



MEMORIAS  
DEL  
INSTITUTO GEOLÓGICO  
DE XXXI  
ESPAÑA

---

CRIADEROS DE HIERRO DE ESPAÑA

---

**TOMO V**

---

**HIERROS DE ALMERÍA Y GRANADA**

TOMO I

POR

**RICARDO GUARDIOLA**  
Y  
**ALFONSO DE SIERRA**  
INGENIEROS DE MINAS

---

**MADRID**  
TIP. Y LIT. L. COULLAUT  
MARÍA DE MOLINA, 106

---

1925

*El Instituto Geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS y BOLETÍN, son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

**Artículo 1.º** LA COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO nombrada por el Decreto de 26 de Marzo de 1873, que en lo sucesivo se denominará INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA seguirá encargada de la formación del Mapa Geológico de España, así como del trazado de las cartas geológico-industriales de las diversas provincias o regiones, por el orden y con los detalles que su respectiva importancia requiera, hasta reunir el caudal de estudios sobre estratigrafía, petrografía, tectónica, aguas minerales, manantiales artesianos, rocas y minerales aplicables a la Agricultura y a la Industria y cuanto se especifica en el citado Decreto, indispensable al conocimiento físico, geológico y minero del territorio nacional.

**Artículo 12.** Para el desempeño de todas las funciones y servicios reseñados en los artículos anteriores habrá una Comisión permanente de Ingenieros del Cuerpo Nacional de Minas.

Estos Ingenieros y los Auxiliares facultativos que sirven a sus órdenes formarán la plantilla técnica del Instituto.

Fuera de la plantilla estarán los Ingenieros agregados y demás personal facultativo que preste servicios temporales al Instituto.

**Artículo 25.** La Dirección del Instituto, teniendo en cuenta los recursos disponibles y los trabajos ultimados por los ingenieros a sus órdenes, podrá publicar las Memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en análoga forma a la de los Boletines y Memorias de las instituciones similares extranjeras, y podrá establecer la venta y suscripción de estas producciones, a fin de que los recursos que así se obtengan contribuyan a sufragar los gastos de publicación, si bien con la obligación de remitir gratuitamente un ejemplar de cada obra a las Jefaturas de los distritos mineros, a las Direcciones Generales de los Ministerios de Fomento y Hacienda, a las Academias de Ciencias y a los Centros oficiales del Cuerpo de Minas.

(Decreto de 28 de Junio de 1910.)

## PERSONAL

DE LA

### COMISIÓN PERMANENTE DEL INSTITUTO GEOLÓGICO DE ESPAÑA

<i>Director</i> .....	Ilmo. Sr. D. Domingo de Orueta.
<i>Secretario</i> .....	Sr. D. Guillermo O'Shea.
<i>Ingenieros</i> .....	Sr. D. Ricardo Guardiola.
—	Sr. D. Vicente Kindelan.
—	Sr. D. Alfonso Fernández y M. Valdés.
—	Sr. D. Manuel Sancho Gala.
—	Sr. D. Manuel Ruiz Falcó.
—	Sr. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis.
—	Sr. D. Alfonso del Valle.
—	Sr. D. Primitivo Hernández Sampelayo.
—	Sr. D. José Gorostízaga.
—	Sr. D. Enrique Dupuy de Lôme.
—	Sr. D. Juan Gavala.
—	Excmo. Sr. D. Pedro Novo y Chicarro.
—	Sr. D. Alfonso de Alvarado.
—	Sr. D. Pablo Fernández Iruegas.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS DE MINAS  
AGREGADOS A ESTE INSTITUTO

<i>Profesor de Geología</i> .....	Sr. D. Pablo Fábrega.
— <i>de Paleontología</i> .....	Sr. D. Luis Jordana.
— <i>de Mineralogía</i> .....	Sr. D. Enrique de Pineda.
— <i>de Química analítica</i> ....	Sr. D. Enrique Bayo.

## CRIADEROS DE HIERRO

DE LAS

### PROVINCIAS DE ALMERÍA Y GRANADA

#### PRÓLOGO

En los últimos años de mi vida oficial he sido designado para el honroso e inmerecido puesto de Vocal del Instituto Geológico, del que forman parte en gran mayoría además de mis compañeros coetáneos, una pléyade de jóvenes Ingenieros de grandes arrestos y extraordinariamente expertos en la ciencia Geológica.

Mi primer paso ha sido el encargarme de redactar, mejor dicho, dirigir la redacción del tomo VI de la serie dedicada al estudio de los criaderos de Hierro de España, cuyo trabajo de detalle le ha sido encomendado al Ingeniero Don Alfonso Sierra, gran práctico y conocedor de las provincias de Granada y Almería que en aquel se comprenden. Me corresponderá solamente hacer el resumen de este interesante y útil trabajo y coadyuvar al mismo con la redacción de tres monografías: la de los criaderos de Alquife, la de los Baños de Sierra Alhambilla y la del Tesorero.

Los autores de los cinco tomos ya publicados expusieron en ellos con gran brillantez el fruto de su saber y su experiencia; bien especializándose en Historia de la Minería española, bien en la tectónica de los terrenos cuya

complicada urdimbre exponen y explican con una claridad excepcional, bien abarcando las diversas ramas de la Ciencia Geológica que establecen entre sí ligamentos cada vez más sólidos, como ciencias puras, o como ciencias de aplicación.

Con esta perspectiva y ante la magnitud del encargo, confieso que me hallo perplejo. No soy ni por mis hábitos ni mis conocimientos, de toda suerte modestos, otra cosa que un industrial, y como tal he recorrido y estudiado tanto la región granadina como la almeriense en sus criaderos ferríferos, y por algún periodo dirigiendo los trabajos de disfrute de algunos de ellos, y por consiguiente solo bajo este aspecto habría de poder desarrollar el presente trabajo, que resultaría más bien una guía para el minero que un libro de consulta para el sabio geólogo. Espero sin embargo de la cooperación de mi inteligente y laborioso compañero, el remedio de esta para mi sensible deficiencia.

Reconozco, aun a costa de depreciar la modesta parte que me corresponde en esta labor y de desautorizar mis propios juicios, que si desde mis primeros pasos en la profesión sentí grande amor a los estudios geológicos muy especialmente a los de aplicación al arte minero, es decir al descubrimiento de los criaderos minerales, nunca me cupo en suerte llevar a cabo estudio alguno de trascendencia en esta interesante rama de las ciencias naturales.

El tiempo y los recursos de que pude disponer no me permitieron otra cosa que ciertos ensayos publicados en revistas profesionales sobre alguna de las tan sugestivas y complejas cuestiones, que, relacionándose con la Industria Minera, se destacan por rasgos marcadísimos fácilmente asimilables entre todos aquellos conocimientos.

Habrán por consiguiente de contentarse mis dignos compañeros, viejos y jóvenes, con que yo ocupe mi pluma al inaugurar mis trabajos en el Instituto y al hacer el resumen de los estudios del Sr. Sierra, el intentar deducir algunas consecuencias sobre la tectónica de los terrenos comprendidos en estas dos provincias y la metalogenia de sus criaderos ferríferos.

Hemos de separarnos del criterio seguido en los dos primeros tomos que considero erróneo, el hacer el estudio por provincias; y tomaremos el camino seguido en el 4º, que agrupa los yacimientos de las cuatro provincias gallegas, porque se comprenden en una misma región metalogénica.

Se debe dicho tomo IV, a Don Primitivo Hernández Sampelayo, y aunque sin terminar, lo consideramos como un verdadero modelo de estudios metalogénicos, que abarca muchas ideas originales y ofrece una forma de exposición mucho más original todavía.

Bien quisiéramos poderlo imitar, pero no está a nuestro alcance y trataremos de secundarle ya que no en sus resultados al menos en sus normas.

La clasificación de antecedentes por provincias, no obedece a razones geognósticas, y no deja de ser un serio obstáculo, si de estos libros ha de sacarse la utilidad que constituyó su principal objeto cuando se pensó en publicarlos, para el que pretenda conocer los caracteres de una determinada formación metalífera, que si bien puede estar limitada por demarcaciones mineras, no lo estará seguramente por criaderos o serie de criaderos de idéntica naturaleza, que se comprendan en dos provincias limítrofes, cuyo examen de conjunto habría de hacerse en dos tomos sucesivos.

Aparte de esta ligazón geognóstica o de su manifiesta

semejanza, la provincia de Granada contiene tan en corto número e importancia criaderos ferríferos, que no se justificaría la redacción de un tomo especial para ella sola. (1)

Debe en nuestro concepto atenderse más al carácter metalogénico que al geográfico. La subdivisión en regiones o provincias metalogénicas que preconiza el sabio maestro De Launay (2), es la más apropiada, resolviéndose con ella a la vez el problema de juzgar la importancia de las masas metalíferas aprovechables en vista de su origen y sus relaciones tectónicas, así como su localización topográfica; atendiendo sobre todo a sus condiciones económicas respecto a facilidad de transporte y proximidad de mercados.

Hemos de hacer ver la dificultad de efectuar con éxito el estudio metalogénico de una sola especie de criaderos o mejor dicho de minerales como los de Hierro que nos ocupan en esta ocasión, por el imposible desglose de los factores que han intervenido en su génesis, sin tener en cuenta los demás elementos paragenéticos, cuya presen-

(1) La provincia de Murcia, a la que se dedicó el primer tomo, es una parte muy característicamente inseparable de la región que estudiamos y que debió estudiarse con ella conjuntamente.

(2) Es muy difícil desligar el estudio de una sola clase de minerales de las muy variadas que con ella se asocian, y en frecuentes ocasiones forzosamente se explotan, a no hacerse exclusión de toda otra clase de antecedentes que los puramente mineros y comerciales.

Hemos procurado salvar este escollo de la mejor manera posible pidiendo indulgencia por los defectos que forzosamente habrán de aparecer. Y en verdad veríamos con complacencia, aunque reconocemos que existen para ello serios obstáculos de otro orden, el que en los tomos sucesivos se adoptase el criterio de estudiar la metalogé- nia de la península por formaciones comprendiendo toda la variedad de sustancias y demostrando sus relaciones paragenéticas. Este estudio tendría así el doble objeto de contribuir a la constitución definitiva de la ciencia de los criaderos, y al conocimiento de las condiciones para la utilización industrial de las sustancias explotables que los forman.

cia pueda constituir un carácter que trascienda a su origen, a sus condiciones tectónicas, y por lo tanto, a la estructura y extensión probable del criadero.

No habiendo medio de salvar este obstáculo habremos de dirigir principalmente nuestra atención hacia el estudio industrial de los yacimientos ferríferos; no excluyendo en absoluto el carácter metalogénico, puesto que siempre habrá de ser útil la aportación de antecedentes para comprobar las causas que han dado a cada tipo de criadero su constitución o forma de yacer particular; conocimiento indispensable para la prospección en el mismo paraje, y para las investigaciones subsiguientes; y a fin de obtener mayor constancia de este concepto he procurado que las tres monografías por mi elegidas correspondan a criaderos, dos de los cuales son probablemente de la misma época; es decir, hercinianos (Alquife y El Tesorero) y el tercero seguramente mucho más moderno, o sea de formación alpina (Los Baños de Sierra Alhamilla) y todos son yacimientos de carbonatos y sulfuros diversos cuya heterogeneidad no es aparente porque predomina en ellos el hierro (Sierra Alhamilla) o porque debido a la distancia a que se sitúan de sus congéneres manifiestamente complejos, constituyen un accidente de la formación, en que se muestra el carbonato oxidado de una manera exclusiva. (Alquife de óxidos y carbonatos puros, respecto a los de Jerez del Marquesado de carbonatos y sulfuros). No pudiendo aseverarse que en el curso de las labores de disfrute, no cambie el objetivo de la explotación como parece que ocurre ya en los Baños de Sierra Alhamilla, y seguramente acontecerá también, si se reanudan los trabajos, en El Tesorero.

El carácter orográfico e hidrográfico de los terrenos es complementario del tectónico, y es además de primera

importancia tenerlo en cuenta en el estudio económico de los criaderos, bajo el punto de vista del transporte de los productos y de los aprovisionamientos, así como para deducir las condiciones de habitabilidad de los parajes en donde aquellos aparecen; pero hemos de reconocer por fuerza que su descripción habría de ser hecha por una pluma elegida y adornada con el arte de revivir los cuadros o panoramas descritos para no hastiar con su lectura árida y monótona; siendo suficiente y mucho más sencillo y eficaz a este fin, el simple examen de un plano hipsométrico más o menos detallado.

Trataremos, por lo tanto, este punto bajo aquellos dos aspectos principalmente, y dejaremos para el examen gráfico, sobre las cartas que incluimos en la obra, el discernir la grande e intrincada distribución de los elementos topográficos que es muy variada y pintoresca en estas dos provincias.

Suele darse al carácter estratigráfico de los terrenos en las descripciones geognósticas de los criaderos que en ellos arman una importancia excesiva. Cuando se trata de criaderos sedimentarios podría esto justificarse; pero en nuestro caso, en el estudio de una región en la que no aparece ni el más leve vestigio de tales yacimientos, nos creemos relevados de tratar este punto al detalle. (1) Nos reduciremos a describir los materiales que constituyen las diversas formaciones que se señalan en el mapa geo-

(1) El Instituto Geológico, tiene, sin embargo el propósito de aprovechar los estudios metalogénicos e hidrológicos o los de investigación de carbones, petróleos y sales potásicas, para hacer todas las rectificaciones que por hechos comprobados se hayan de hacer en el Mapa. Las que se refieren a estas dos provincias se harán constar en un Apéndice.

lógico de estas dos provincias atendiendo a las grandes agrupaciones, a los *sistemas* y no a las subdivisiones, *series* o *pisos*; dando más importancia a su naturaleza que a su edad; puesto que el conocimiento de la primera es fundamental para la tectónica y a su vez para la metalogénia, tanto por los puntos de contacto que en sí tienen estas, cuanto porque la composición de los estratos influye de una manera evidente en las metalizaciones.

Al tratar esta cuestión no podríamos omitir nunca el referirnos a la notable obra de nuestro inolvidable maestro el Excmo. Sr. D. Lucas Mallada titulada *Explicación del Mapa Geológico de España* en donde se hallarán cuantos detalles y ampliaciones deseen obtener nuestros lectores, que están fuera del cuadro de este modesto libro.

La estratigrafía no debe tener para nosotros otra significación, que como medio de diferenciar los materiales que forman el conjunto de un sistema (1); bastándonos conocer su naturaleza así como su homotaxia o rango de superposición, en vista de la dependencia que parece existir entre las interposiciones de rocas eruptivas, que a su vez se relacionan con las concentraciones de minerales explotables y los terrenos que las envuelven; dependen-

(1) Esta exclusión que hacemos del carácter estratigráfico al detalle, podría justificarse aún más por la inseguridad patentizada en mayor grado cada día de los caracteres que sirven para asignar a cada una de las subdivisiones, una edad determinada; ya paleontológicos por la dificultad que aún existe de definir las especies, ya petrológicos debido a las alteraciones regionales del metamorfismo; también por el asincronismo comprobado en varios casos de formaciones pertenecientes a comarcas alejadas, que ofrecen igual facies e idénticas especies fósiles. El conocimiento por lo tanto de estas subdivisiones es susceptible de proporcionarnos antecedentes un tanto vagos, cuya utilidad en el estudio de los terrenos que forman la caja de los criaderos no está bien probada, y deben ser para nosotros de orden secundario en este momento.

cia que podrá quizá conducirnos a deducir cual sea la porción explotable de aquellas que aparecen en la zona superficial, y las que como reserva puedan alcanzarse en profundidad. Y quizá es este un concepto, en el estado actual de nuestros conocimientos, excesivamente aventurado: pero no podrá negársenos que es una tendencia que creemos debiera ser mantenida también en esta especialidad de publicaciones de nuestro Instituto.

Por lo expuesto creemos deber limitarnos en el estudio de cada zona metalífera a enumerar los rasgos más salientes de los estratos, y a determinar la posición de los criaderos dentro de ellos; y en el resumen que ha de preceder a este trabajo expondremos sucintamente su distribución por localidades, dando ligera idea de los materiales que forman las distintas manchas o isleos reconocidos dentro de la demarcación de las dos provincias.

Para facilitar su descripción acompañamos una carta a escala de 1/400.000 en que se figuran los diversos terrenos, las localidades más importantes y todos los centros que explotan mineral de hierro.

Entendemos que estas publicaciones persiguen un fin práctico cuya preparación consistió en los estudios petrológicos, paleontológicos y estratigráficos que hizo la Comisión del Mapa Geológico de España desde sus comienzos continuado después por nuestro Instituto; y creemos que si los Ingenieros de Minas afectos a este no hemos de saber aprovechar la ventaja que la acumulación de tan valiosos antecedentes nos ofrece, para catalogar la riqueza minera y para hacer el estudio de su más útil aprovechamiento, holgarían todos los sacrificios hechos y los cuantiosos gastos por aquellos ocasionados; y sería lastimoso olvidar aquel aspecto de los estudios metalogénicos que debemos imponernos como contribución al

perfeccionamiento de la nueva ciencia de los criaderos.

Así pues, creemos que el método de estudio que hay que seguir, debe empezar por hacer, más bien que una clasificación de criaderos por épocas o por terrenos, una agrupación por zonas del mismo carácter tectónico y metalogénico, y por consiguiente del mismo probable origen.

Por lo mismo que en el estudio al detalle de los criaderos o grupos de criaderos que constituyen un campo de metalizaciones hemos de desviar nuestro examen de las otras especies minerales que suelen acompañar a los minerales de hierro, es necesario tratar muy especialmente en este resumen la metalogenia de aquel cuerpo dándole la mayor extensión posible; así como definir el concepto de lo que se denominan provincias metalogénicas, con aplicación a nuestro caso, en vista de la relación existente entre los diversos elementos que constituyen las mineralizaciones de una misma época, y la subordinación de su carácter mineralógico a la tectónica de los terrenos de caja; y también en vista de la conveniencia de obtener un más amplio campo de observación para estos estudios, aunque no sea quizá por el momento factible, por el compromiso de dar, en un plazo relativamente breve, el conocimiento de nuestra riqueza en hierros, para calmar la ansiedad de los siderurgistas modernos, respecto a la probable producción y reservas mundiales de aquellos.

No obstante, habremos de concluir afirmando, que o bien habrá que dar a estos estudios un carácter puramente industrial, o será imprescindible, al considerarlos bajo su aspecto científico o de especulación, el abarcar las mineralizaciones en su conjunto.

De igual manera, para hacer la clasificación de los criaderos ferríferos, secundando lo iniciado por nuestro genial compañero, Sr. Hernández Sampelayo, habrá que abor-

dar la clasificación de todos los criaderos en general, y procurar con ello que el Instituto acepte definitivamente, al menos mientras nuevos avances de esta ciencia no nos induzcan a establecer modificaciones, una cierta norma respecto a este punto, como en otros tiempos se hizo con la clasificación de los terrenos y la manera de hacer su representación en las cartas.

Para la redacción de la segunda parte, dedicada a las monografías, ha habido que sujetarse, de conformidad con lo expuesto, a un cierto plan.

Se ha procurado hacer la agrupación de los criaderos, atendiendo a sus relaciones geognósticas, sin tener en cuenta para su estudio particular, si corresponden a una u otra provincia.

Los antecedentes que se aportan dependerán de las condiciones del laboreo efectuado, y de la importancia de la masa explotable. Atendiendo a esta circunstancia, hemos considerado agrupados aquellos en tres gradaciones: 1.º Criaderos en plena explotación con grandes medios de laboreo y transporte, como Alquife, Bacaes, etc. 2.º Criaderos que han sido ya explotados, con posibles reservas o sin ellas, con o sin producción actualmente y que por su anterior ordenado y amplio laboreo son susceptibles de un examen detallado, como Gergal y El Tesorero, y por último, criaderos vírgenes poco estudiados, en investigación o preparación o de menor importancia con un laboreo irregular, como los de Alcontar, Cobdar, El Conjuero, etc.

Se ha procurado prescindir de la parte histórica, salvo si se trata de dar noticia sobre quienes fueron sus primeros y sucesivos concesionarios o explotadores, y vicisitudes por que haya pasado la explotación; especialmente las que procedan de las variaciones de riqueza o mineralización de los criaderos, o circunstancias especiales de los

mercados. Se hará la descripción de aquellos, y se tratará de su génesis y relaciones tectónicas cuando aparezcan particularidades que convenga anotar o hacer sobre ellas alguna aclaración; se darán los análisis de los minerales haciendo notar los caracteres especiales que ofrezcan y las deducciones metalogénicas; métodos de labor y organización de los transportes interiores, y por último condiciones económicas; riqueza media y composición mecánica, cubicaciones, producción, transportes, embarques y destino de los minerales.

Omitimos sistemáticamente cuantos antecedentes se refieran al coste de explotación, transporte exterior y embarque. Un trabajo de esta índole no debe contribuir directa ni indirectamente al reclamo de ninguna empresa, ni comprometer tampoco su crédito; debe contener estrictamente aquellos elementos de juicio indispensables, para que un experto que pretenda hacer el estudio geológico industrial de determinada región o grupo de criaderos, pueda completar los conocimientos indispensables que le permitan hacer aquellas deducciones que se consideren útiles y necesarias.

Me resta hacer como final una observación: Entre las monografías del Sr. Sierra, y la modesta parte que en la redacción de este libro me ha correspondido, aparece alguna disparidad de criterio respecto a la clasificación de ciertos terrenos; y procede este de la vaguedad que ofrecen los caracteres de los materiales que los forman, que unos consideran como cambrianos o triásicos, y otros como estrato cristalino.

No existiendo métodos paleontológicos que resuelvan las dudas justificadísimas que aquellos sugieren; siendo muy difícil dar solución al problema por las facies, la composición química o la textura de aquellos, convinimos



ambos que no existe razón que justifique el sacrificio del criterio propio con el exclusivo fin de dar carácter de unidad a la exposición de antecedentes.

El Sr. Sierra presenta un concienzudo estudio de una numerosa serie de yacimientos producto de una labor de muchos años de práctica profesional en la región, y por nuestra parte aportamos un cierto número de razones, a nuestro entender, muy convincentes que justifican el concepto formado en toda nuestra vida industrial en una región que comprende parte de la que es objeto hoy de nuestro estudio, y de otra además contigua que le es muy semejante, o sea la provincia de Murcia.

El lector hallará en una y otra porción del libro, razones para deducir en cada caso la creencia que considere justa.

Acompañarán a estos antecedentes planos topográficos, hipsométricos y geológicos, marcando las concesiones, los criaderos, fallas, buzamientos y rumbos de la estratificación, con perfiles en dirección conveniente, a fin de revelar la estructura de las masas explotables y su localización; por último plano de labores reducidas a las superficiales, a las de investigación y transporte o aquellos más principales que den idea de los distintos campos de laboreo.

Se acompañará al final una nota bibliográfica sobre las obras en donde puedan verse y ampliarse los conocimientos que modestamente aquí exponemos y un índice alfabético de las localidades citadas en la obra.

Enviamos desde luego, al iniciar la redacción de estas modestas páginas, la expresión de nuestro más sincero agradecimiento, al acreditado químico Sr. Parreño, de Cartagena y a nuestro compañero el Sr. Menéndez Puget, Jefe del Laboratorio del Instituto, que nos han hecho to-

dos los análisis, e igualmente con el testimonio de nuestra admiración a nuestro sabio Director y amigo entrañable el Sr. Orueta y a nuestro culto compañero Don Enrique Rubio, por el eficaz auxilio que nos han prestado, efectuando el examen petrográfico de todas las rocas y minerales que hemos recogido en nuestras excursiones.

PRIMERA PARTE



**GENERALIDADES**



## **CAPITULO I**

### **OROGRAFÍA E HIDROGRAFÍA**

#### **La Geografía física y la tectónica**

#### **Los distritos ferríferos y sus comunicaciones**

El examen de las cartas con curvas de nivel que se incluyen en este tomo, darán clara idea de la Orografía de las provincias de Almería y Granada, que vamos a describir desde el punto de vista de las formaciones ferríferas, al presente, su casi exclusiva riqueza minera en curso de disfrute.

El enumerar y describir sus prominencias y sus ríos o torrentes; sus valles y sus páramos, sus más elevadas cumbres y sus hondonadas o barrancos más sombríos, no nos proporcionarán mayor claridad en su interpretación.

El estudio orográfico preliminar que se acostumbra a exponer en primer término, y que nosotros, aunque en muy débil medida, no habremos de omitir, es el preparatorio del tectónico, y en vista de las posibles comunicaciones entre los diversos lugares de la región, es el complemento indispensable para el estudio económico de los yacimientos minerales. Encomendándonos a los datos que suministran las referidas cartas, nos limitaremos, muy

principalmente a hacer algunas consideraciones sobre los dos puntos que acabamos de indicar.

Y para marcar a este fin una pauta que nos sirva de punto de partida, al empezar a exponer el primero, creemos oportuno recordar las dos leyes de La Noe que definen el relieve del terreno, a saber:

*«Las formas del relieve topográfico no son estables y son consecuencia de una evolución más o menos avanzada, y ésta depende ante todo del régimen hidrográfico.»*

*«La morfología del relieve resulta del esculpido del suelo por la erosión fluvial.»*

Debiendo deducirse de esto que la red de líneas azules que representan sobre las cartas, las corrientes superficiales son la más clara explicación de la topografía de los terrenos, tanto en superficie como en relieve. Los ríos caudalosos acusan débiles pendientes, y alcanzan, o se aproximan, a lo que se llama su perfil de equilibrio; se rodean de cuencas aplanadas en un grado de derrubiamiento muy avanzado y son verdaderas pene-planicies.

Las corrientes en seco, fuera de los períodos de lluvias llámense impropriadamente ríos, como el Almanzora, arroyos, torrentes o ramblas, son propias de terrenos de gran pendiente, con superficies muy quebradas, cuya evolución alcanza muy escaso desarrollo; su tectónica obedece, sin duda alguna, a fenómenos muy recientes. La región cuyo estudio nos corresponde hacer debe representarse necesariamente dentro de este marco.

Las tortuosas líneas azules dichas, revelan las formas del terreno, y ayudan también a su diferenciación. Se podrá hacer una distribución de las superficies, deslindándolas por la contigüidad de los puntos que marcan el origen de aquéllas, o, en último extremo, de sus ramificaciones, en cuencas fluviales de tanta mayor extensión cuan-

to menor sea la pendiente del terreno, y tanto más irregularmente contorneadas y de área más reducida, cuanto más pronunciado sea el relieve.

Los valles principales, y muchas vaguadas menos importantes, debieron ser, según Daubrée, en su origen las trazas de las litoclasas. Esto, que con frecuencia se comprueba prácticamente, no debe generalizarse en grado excesivo; pues cuando los terrenos están constituidos por materiales deleznable, las citadas depresiones se deben, probablemente, por la distinta cohesión de aquéllos, al derrubiamiento, siempre más intenso en las porciones blandas; pero coincidirán inequívocamente con fracturas en los terrenos primarios y cristalinos, y sobre todo, cuando aquéllas se extienden a grandes longitudes sin muy acentuadas variaciones de rumbo, como acontece en el valle del Guadalquivir, que corre al norte de las dos provincias; o en la depresión transversal, que coincide con el curso de los ríos Fardes y Andarax, pasando por Guadix y Almería.

Este papel que las litoclasas ejercen en el relieve, y su coincidencia con las vaguadas, puesta de manifiesto por Daubrée en su Geología experimental, es una consecuencia lógica de la naturaleza de los fenómenos que se han sucedido para la conformación actual de los terrenos.

Los pliegues, y como efecto de los mismos, las fracturas, han originado en todas las tierras del Globo una subdivisión en dovelas, que en los casos de diaclasas y paraclasas originaron basculamientos y desiguales altitudes, dando lugar a superficies quebradas poliédricas, cuyas partes cóncavas se convierten en receptáculos, después en arterias hacia las que concurrían las aguas fluviales formando las corrientes, cuya acción derrubidora ha borrado en gran parte, socavando en unos puntos, re-

llenando en otros el trazado primitivo de aquéllos; tendiendo a suavizar los ángulos de intersección de dichas fallas, o a separarse paralela o sinuosamente de ellas, según el grado de consistencia de las rocas y la dirección de las aguas al deslizarse entre las mismas.

Al examinar las cartas veamos, en confirmación de lo expuesto, que los cambios de pendiente se acusan por separación o acercamiento de las curvas de nivel, e indican cambios en la consistencia, por diferencias de composición de los estratos aflorantes; aunque no debe olvidarse que se ofrecen cambios también por dislocaciones y debidos a plegamientos. Por lo mismo, dice Martonne *«que no es posible el estudio racional del relieve sin conocer la estratigrafía y la tectónica del terreno»*.

Lomas que se coronan por perfiles cortados o acantilados y cuyas faldas son más uniformes y de menor declive, indicando la separación de terrenos subyacentes más tiernos, constituidos por esquistos, pizarra o filadíos del estrato cristalino, o precambriano y en superposición calizas triásicas, es un tipo muy frecuente en toda la parte meridional de las provincias de Granada y Almería y su prolongación a la de Murcia. En ella se comprenden las sierras de Lújar y de Gador, la de Baza y Filabres, la Alhamilla y Cabrera, etc.

También es el caso de las margas secundarias y terciarias coronadas por calizas jurásicas o conglomerados neógenos o pleistocenos, que son frecuentes en todo el terciario de la cuenca del Almanzora y del río Fardes, en las inmediaciones de Guadix, o del Andarax, cerca de Almería. Apoyándose sobre las calizas y pizarras de la sierra de Gador; así como en las capas jurásicas y cretáceas de la parte septentrional de Almería, este, norte y nordeste de la de Granada.

Los grandes macizos compuestos de micacitas, talquitas y filadíos, que se ven en el corazón de las sierras de Filabres y el Tesorero, en toda la Sierra Nevada y la Almagrera se distinguen por vaguadas amplias, cuyas vertientes son las faldas de montañas o cabezos redondeados, cuya topografía monótona aparece como de formas pesadas. Son estos, desde luego, núcleos de macizos antiguos cristalinos, puestos al desnudo por el derrubiamiento.

Las calizas, y en esta región muy especialmente las triásicas, coronan en isleos más o menos extensos, montañas y collados que se caracterizan por farallones o cortados casi a pico, con barrancos estrechos y en sus flancos grandes oquedades o grutas. Es el carácter típico de las sierras citadas en el párrafo anterior, pudiendo añadirse las sierras de Almagro, el Pilar, Bédar y sierra de Lúcar.

Estos materiales, como las areniscas de otras zonas, se prestan menos a ceder a los esfuerzos tangenciales, que los esquistos o las margas. Los pliegues de gran radio, de curvatura, ya continuos, ya rotos y dando superficies escalonadas y, por consiguiente, formas tabulares, dominan en estos macizos montañosos. Los bordes de las diaclasas o leptoclasas de que están sembrados, producen con frecuencia superficies análogas con salientes agudos, algunas veces con formas redondeadas, debido al desgaste originado por la denudación.

Tal es la morfología de las sierras jurásicas y cretáceas de las Cabras, Zafarraya, Priego, Parapanda y Harana, que tienen su prolongación estratigráfica en la provincia de Murcia, por las del Calar del Mundo, y las sierras de Mojante, Periate y Bullas, etc.

A igualdad de constitución, las faldas de los montes son más escarpadas en los climas secos que en los lluviosos,

y esto se debe a la manera de efectuarse el derrubiamiento y la deposición de los detritus.

Las aguas, abundantes, según Gilbert y de La Noe, producen una erosión más intensa, y originan desprendimientos y acumulaciones de detritus en las faldas, que hacen desaparecer las cumbres, para recrecer al pie de las laderas. Aquéllos son arrastrados por las aguas superficiales y depositados en las zonas más bajas, allanándolas. En los países secos, los derrubios, en proporción más débil, se reparten uniformemente sobre las vertientes cuyas inclinaciones persisten sin aparente variación.

La llanura aluvial del río Fardes, por donde se extiende la pintoresca vega de Guadix, corresponde al primer caso; pues se originó, indudablemente, siendo hoy país seco, en períodos antiguos de lluvias y corrientes abundantes. El caso segundo podrá comprobarse con el régimen climático actual en toda la región meridional oriental de la provincia de Almería y en la limítrofe de Murcia.

En la misma región que consideramos, aparecen con débiles declives, en oposición a lo expuesto, terrenos terciarios arcilloso-margosos. En la lejanía, al borde del valle, se reconoce la superficie casi horizontal y desprovista de vegetación, por la sequedad del clima, de los sedimentos terciarios, en los que las aguas de lluvia, que suelen ser tardías, pero casi siempre torrenciales, esculpen un dédalo de surcos o arroyos y de crestas inestables, que ofrecen una característica semejanza con el relieve tormentoso de los *bad lands* en las Montañas Rocosas (América del Norte), que se denominan así, «tierras malas», por la dificultad de caminar al través de ellas. Como terreno compuesto de materiales gredosos impermeables, la infiltración es casi nula; el arrollamiento y la erosión superficial se ejercen con grande actividad; las vaguadas se

multiplican, y el relieve ofrece depresiones sinuosas. No ocurre así en la porción central del valle, constituida por los conglomerados permeables de la formación de Guadix, en los que el agua es restada en una gran parte de su masa por la absorción del suelo, y los surcos abiertos por ésta en su curso superficial abundan menos, y el relieve resulta más sobrio o menos acentuado.

Se observa también aquella estructura del terreno en el terciario de la Hoya de Baza, cuenca de los ríos Guardal y de Cortes, afluentes del Guadiana menor.

Cada vez que la pendiente disminuye en el perfil de un río, se produce una acumulación de detritus, formando lo que hemos llamado una llanura aluvial, que puede alcanzar muy variada altitud, trasladándose los materiales móviles que la forman de trecho en trecho, concluyendo éstos por acumularse en la parte inferior del valle, en donde el perfil de equilibrio esté próximo a alcanzarse, si no se halla definitivamente trazado. Los grandes ríos discurren sinuosamente por dichas llanuras, formando circunvoluciones o meandros en diversos puntos.

Pero este último no es el caso de la región en donde no existen ríos caudalosos, ni siquiera que merezcan el nombre de tales, sino el de arroyos o torrentes. Son, desde luego, ejemplo de la primera y segunda acumulación fluvial las planicies de Guadix y la frondosa y rica vega de Almería; y ofrecen ejemplos, aunque de menor extensión, el Almanzora y los ríos Guardal y Rambla del Chirivel.

Ninguna forma de acumulación es estable; un cambio de régimen puede sobrevenir por descenso de la desembocadura o por un cambio de clima, que origina precipitaciones de lluvias más abundantes, con aumento de la erosión. Las llanuras aluviales, por encima del perfil de

equilibrio, están, evidentemente, llamadas a desaparecer; el río excavará un nuevo lecho en medio de los aluviones y originará en las llanuras aluviales la formación de terrazas.

Las multiplicadas corrientes de reducido curso y gran declive, de carácter casi exclusivamente torrencial, que existen en la zona costera del mediodía, vienen a comprobar la reciente emersión de aquellos terrenos. Lo prueba también la estabilidad o permanencia de las acumulaciones que representan las llanuras aluviales del Almanzora y del Andarax, y la ausencia en ellas de terrazas. Sólo se reconocen débiles erosiones, debidas a cambios en la dirección de las corrientes, dentro de las vaguadas, o a lo sumo, ligeras variantes en el régimen de lluvias, por alternativas de períodos de varios años, como es común en esta región del Mediodía y Levante de la Península.

Cuando las corrientes no han alcanzado su perfil de equilibrio, los afluentes de los valles secundarios son torrentes; el relieve es abrupto, la trituración de los derrubios por arrastre es incompleta, y se forman canchales sobre pendientes inestables. Es el caso, muy especialmente, del valle del Almanzora y sus vertientes; y también la de la sierra de Filabres, o las del Andarax con las contiguas de Gador y Alhamilla, y aun la misma sierra de Filabres en su porción occidental.

El curso de las aguas sobre una playa a marea baja, pudiera dar claro ejemplo de lo que es una red hidrográfica en embrión. Si el mar retrocede a larga distancia y la pendiente es grande, se alinearán los valles cortando el suelo en lomas alargadas o colinas de forma muy característica.

La regresión marina que ocasionó, al fin del período terciario o en el postplioceno, la emersión de una extensa

franja del litoral, originó esa serie de ríos, ramblas o torrentes de gran pendiente y escaso desarrollo (30 kilómetros el más largo), que afluyen paralelamente y en gran número a la costa sur y sureste de Granada y Almería; tales son el río Jate, río Seco, río Verde, río Guadalfeo, río Grande, ramblas del Águila, de Artá y de las Higueras, río Carboneras, etc. Los citados son prueba clara de la reciente época en que aconteció el hundimiento que determinó la línea de costa actual.

Las acumulaciones de derrubios se suelen efectuar con gran intensidad en todas las costas; pero las de Granada y Almería no abundan en formas tales, únicamente se muestra la forma más simple en algunas playas, y el contorno en zig zag de ciertas otras porciones, como el extremo oeste de la costa de Granada, o el este de Motril; y entre cabo de Gata y Carboneras, aparece sinuoso, con curvas de gran radio, como más reciente fase evolutiva, desde sierra Almagrera a Mojácar, en el Golfo de Almería y en la costa de Adra y de Motril. La provincia de Granada, desde el Cerro Redondo a la Torre de Guardes, se limita por una costa elevada y peñascosa, con reducidos espacios de playa en pequeñas ensenadas. Es, pues, el trazado descrito debido a la acción combinada de la erosión marina y terrestre y a las acumulaciones dichas, originadas por el oleaje y las corrientes litorales. Toda costa de formación moderna, bien debida a una transgresión, bien a un hundimiento, como parece acontecer en esta última parte, presentará contornos sinuosos o abruptos, con promontorios correspondientes a los relieves, y ensenadas debidas a las depresiones, sobre las que se efectuarán las acumulaciones de derrubios que originarán después las playas.

Las dos provincias de Almería y Granada, con la de

Murcia, constituyen aproximadamente la mitad oriental de la Cordillera Bética, que tiene su principal representación en la Serranía de Ronda y en las sierras Tejeda y Almijara y Sierra Nevada; pero los pliegues de la formación alpina que la originaron, se extienden hasta el Cabo La Nao, en la provincia de Alicante; y se repiten transversalmente hasta la costa meridional, comprendiéndose entre ellos, además de otras sierras, las de Cazorla y Segura, sierra de Alcaraz y sierra de Enmedio, que son inmediatas a las provincias limítrofes de Jaén, Albacete y Murcia.

Este haz de pliegues, con diversos hundimientos alternantes, se prolonga en dispersión hacia el Este, y forma un extenso macizo de montañas, en el que se escalonan sierras continuadas y agrupaciones de cabezos, que se subordinan a una misma serie de movimientos y ofrecen una semejante estructura y análoga composición, formando una región topográfica heterogénea, por la naturaleza de sus elementos, homogénea por su tectónica.

Uno de los rasgos salientes de este conjunto, lo constituye la zona comprendida entre Huércal-Overa y Granada. Las dislocaciones aparentes se traducen en movimientos epirogénicos, que seccionan los pliegues longitudinales, llegando a establecer desde el terciario medio una barrera al paso de las aguas del Atlántico al Mediterráneo, por el canal que es hoy valle del Guadalquivir. Es precisamente aquella zona el punto de acceso del ferrocarril de Lorca a Granada; el cual asciende por la orilla izquierda del Almanzora hasta la divisoria de aguas, continúa por los llanos de Hijate al norte de la sierra de Filabres; rodea luego la sierra de Baza en su extremo septentrional, y después de pasar sobre los arroyos del Baúl y de Gor, y sobre las mesetas terciarias

que forman la margen derecha del río Fardes, lo atraviesa, habiéndolo seguido un largo trecho, para alcanzar la última población citada, pasando entre la sierra Harana y los montes de Alta Coloma. Se jalona con exageradas desviaciones en las secciones de Serón a Baza, de Baza a Guadix y de Guadix a Granada, para aprovechar aquellas depresiones del terreno correspondientes a los planos de junta en que esta extensa área aparece despiezada por aquellos movimientos.

Las dos provincias cuyo límite común sigue el curso del río Adra y se dirige desde el Puerto de la Ragua, en Sierra Nevada, con algunas ondulaciones hacia el Mojón de Cuatro Puntas, oponen al Sur una barrera casi continuada, que la forman de Este a Oeste las sierras Almagrera, Cabrera, Alhamilla, Gádor y la Contraviesa; las sierras de Lújar y las de Tejeda y Almijara. Su parte central envuelve por el Sur el importante anticlinal de Sierra Nevada, que es el macizo montañoso de mayor elevación de la Cordillera Bética (1). Su cumbre separa las aguas que van por el Guadalquivir y sus afluentes al Atlántico, de las de su falda meridional, que corren al Mediterráneo y sus rasgos característicos se modifican bruscamente en las cercanías de Padul, en el Suspiro del Moro y la Peña del Águila. Sus picos más elevados son el Mulhacén, de 3.481 metros; el Veleta, de 3.470; la Alcazaba, de 3.314; Los Machos, de 3.315 y el Chullo, de 2.611; en algunos de éstos, próximos a la región de las nieves perpetuas, se conservan éstas durante todo el verano.

Entre las sierras antes dichas, que componen la barrera meridional, la de Lújar y la Contraviesa han dado lu-

(1) La relación de su base a su altura es de 1 : 18; en los Pirineos, de 1 : 28.



gar al escabroso territorio de las Alpujarras, quedando aquel macizo interrumpido para dejar paso al río Guadalfeo, en la parte occidental; levantándose de nuevo hacia la otra orilla, con las quebradas sierras de las Guájaras y Almuñécar, y después las estribaciones de la Almirajara, caracterizada por sus elevadas cumbres y desgarradas capas. La sierra Almagrera, en el extremo opuesto, renombrada por sus criaderos argentíferos, se halla bañada, al pie de su falda meridional, por las aguas del Mediterráneo, y se limita al Norte por la rambla de Mulería. Tiene una dirección N. NE., con 10 kilómetros de desarrollo, entre la desembocadura del Almanzora hasta el Pilar de Jarabia, con un ancho de unos 4 kilómetros y una altitud máxima de 316 metros.

El área que aquellas provincias abarcan, aparece, como hemos dicho, totalmente afectada por movimientos correspondientes a los pliegues alpinos; y muy especialmente la provincia de Almería, con la parte meridional de la de Granada, comprende la porción de los pliegues más acentuados y menos destruidos por el meteorismo, que las hace sobresalir entre las comarcas montuosas de la Península, y por la carencia y dificultad de comunicaciones entre las más atrasadas e inhospitalarias.

En esta porción se sucede de Norte a Sur, en primera línea, la sierra Sagra y el cerro Gordo, de 1.452 metros de altitud, que sostiene el mojón límite de Granada, Almería y Murcia, con vertientes a la Rambla Mayor, que corre hacia el río Segura; después, la sierra María, de 2.099 metros de altitud, separada por el puerto del Chirivel de la sierra de Periate, cuyo pico Perea alcanza a 1.612 metros de elevación, y en cuya vertiente Norte se extienden las onduladas llanuras de Huéscar y María. Siguen las sierras de Oria y de las Estancias, de 1.442 metros, y la sierra del

Viento, y al extremo oeste, la sierra de Lúcar, que parte del Cerro del Tesoro, y alcanza hasta el pico Marchales. Presenta escarpas en las Cuevas del Capitán, y desciende por declives suaves hacia el valle del Almanzora, dando origen a sus primeros afluentes por la margen izquierda.

Hacia el Este, la sierra de Enmedio se encurva en un gran arco hasta Huércal-Overa, tomando el nombre de Serreta del Castillo. Sierra de Bédar y sierra de Almagro son dos estribaciones de la misma, y el río Almanzora se abre paso al través de la última.

La sierra de Filabres, podría decirse, que es el corazón de la provincia de Almería, cuyo punto culminante, el cerro de Nímar o Tética de Baares, alcanza la altitud de 2.080 metros; se enlaza al Oeste con la sierra de Baza y al Este con la de Bayabona y Lubrín. Predominan también la sierra Alhamilla y la de Cabo de Gata. Esta última se destaca, sobre todo, como dependiente de la anterior; hallándose constituida por materiales hipogénicos y sembrada de numerosos afloramientos, que pertenecen a filones cuarzosos, con plomo y zinc y también cuarzo aurífero. Alcanzan una longitud de 24 kilómetros, en dirección NE., desde el cabo del mismo nombre hasta la playa de Agua Amarga, y un ancho de 5 kilómetros, con altitudes de 513 metros en el Cerro del Garbanzal y 410 en el de las Yeguas.

Entre los dos primeros grupos de montañas correspondientes a la porción Norte de Almería, pasa la carretera de Murcia a Baza por Huéscar y Puebla de Don Fadrique; entre la sierra María y la de las Estancias se establece comunicación desde Baza a Vélez-Rubio y Lorca; al sur de éstas y al norte de la de Filabres, la carretera y el ferrocarril de Granada antes citado; y por último, entre Fi-

labres y la Alhamilla se comunica Huércal-Overa con Almería, pasando por Sorbas y Tabernas.

La porción occidental de la provincia de Granada es seguramente de las más quebradas de la península. Si se prescinde de las onduladas llanuras al sur del valle del Genil, el resto se forma por empinadas sierras, montañas peñascosas desprovistas de vegetación, con cumbres redondeadas separadas por barrancos semejantes a profundos surcos.

Cerca de Periana aquéllas ofrecen cumbres más ásperas y pendientes escarpadas. Las sierras calizas de Tejada y Jatar y la Almirajara, cuyo pico de La Nava Chica alcanza una altitud de 1.831 metros, se ramifica hacia Albuñuelas y Padul, enlazándose con las primeras estribaciones de Sierra Nevada.

Al norte, y paralela a ésta, aparece con grandes cortados: la sierra de Loja que se corresponde con grupos de montañas procedentes de la provincia de Málaga y entre ellas la sierra de las Cabras y la de Saucedo. La primera presenta altitudes de 1.644 metros, en la cúspide de su nombre y 1.671 en sierra Gorda, de cuyo macizo forman parte, al Este, las de Zafarraya, Enmedio y Marchamonas.

Al norte del río Genil se extienden los Hachos de Loja, las sierras de Montefrío y Parapanda, con altitudes de 1.604 metros, y sierras Pelada, Iznalloz, Orduña y Harana, que forman el contorno de la provincia, y desaparecen en las llanuras de Guadix, quedando interrumpidas al Oeste por los diversos afluentes de aquel río. Más al Norte se encuentran las sierras de Priego y Lucena, del Pozo y de Segura.

Entre Granada y Alhama existe una gran depresión, con ondulaciones, circundada por montañas elevadas, cuyas

aguas buscan su salida por el Genil, al través del desfiladero de Loja.

La carretera de Granada a Córdoba sigue el valle del Genil hasta pasar el límite de ambas provincias; la de aquel punto a Motril aprovecha la depresión debida a la gran falla que interrumpe por el Oeste el sinclinal de Sierra Nevada, y la sierra de Lújar; y pasa después, entre estas dos y las sierras de Albuñuelas, las Guájaras y la Almirajara.

La que conduce de Granada a Málaga parte de Loja, desde la primera comunicación citada, y sigue el arroyo del Barrancón, hasta su origen, y después la divisoria de las aguas que van al Guadalhorce por el NO. y al río de Vélez por el SE.

Entre Málaga y Almería existe una comunicación costera, que pasa por Torre del Mar, Motril y Adra, salvo un corto trecho en construcción entre Castel de Ferro y La Mamola.

Por último, la de Granada a Jaén y Bailén, atraviesa la sierra de Alta Coloma, por un punto próximo al río Bena-lúa, y después de pasada esta divisoria, sigue el curso del arroyo de las Mesetas, hasta muy cerca de la segunda de las poblaciones citadas.

Aparecen estas dos provincias atravesadas en cruz por dos únicas líneas de ferrocarril: la de Lorca a Baza, Granada y Bobadilla, y el ferrocarril de Baeza a Almería; y la evidente escasez de comunicaciones rápidas que en esta zona existe, tiene justificación por las dificultades de trazado; pero sus pendientes admisibles, siempre mayores, ofrecen menos dificultades para cualquiera solución. Es frecuente el que las carreteras y los caminos, en general, hagan su trazado paralelamente al curso de los ríos, y constituya esto quizá un rasgo tradicional en la región;

porque en tiempos antiguos, y aun hoy, es bastante común el que los caminos sigan el cauce de las ramblas; y es que la naturaleza sugirió al hombre, mostrándole el curso de las aguas, y con él las zonas de más intensa denudación, el medio más expedito en demanda del paso de las divisorias.

La primera barrera de montañas, a partir de la costa, ofrece sólo tres interrupciones o tránsitos; el primero, al Este, coincide con el curso del Almanzora, a lo largo de la depresión originada por la falla o serie de fallas, que interrumpen, hacia el mismo punto cardinal, la sierra de Filabres; el segundo es la gran fractura de Guadix y Almería, entre dicha sierra de Filabres y la Sierra Nevada, por donde discurren las aguas del Almería, y es, por último, la tercera línea de acceso la representada por la falla que divide y separa las sierras Nevada y de Lújar de la Almirajara; la cual deja paso a las aguas del Guadalfeo y su afluente el de las Guájaras, que procede de la sierra del mismo nombre, estribación de la repetida de Almirajara.

**Hidrografía.**—Son numerosas las corrientes superficiales de estas dos provincias; pero su acentuada pendiente, la escasa permeabilidad del terreno y la irregularidad del régimen de lluvias, les dan un carácter torrencial, y pocos son los que llevan aguas en sus cauces fuera del período invernal, hecha excepción de aquellos que se alimentan de las nieves de Sierra Nevada, persistentes casi todo el año.

Las únicas que merecen el nombre de ríos, más bien por su desarrollo que por su caudal, son el río Almanzora, que divide a la provincia de Almería por su parte central, y nace al oeste de Serón, en la confluencia de las ramblas del Ramil y de Alcóntar, a 820 metros sobre el

nivel del mar. Su corriente es escasa y se recoge en totalidad para el riego de las huertas que se extienden en ambas orillas; llegando a ser devastadora a causa de su gran pendiente, en los períodos de grandes lluvias torrenciales, por fortuna no de gran frecuencia. Bastará saber que Zurgena, situada a 47,5 kilómetros de su nacimiento, está a 230 metros de altitud, y por lo tanto, su pendiente en este recorrido es de 0,013, casi el  $1\frac{1}{2}\%$ . Corre entre las sierras de Filabres y de las Estancias, doblando hacia el Sur entre la de Bédar y las de Almagro y Almagrera.

Las ramblas o arroyos de su orilla derecha, procedentes de la vertiente septentrional de la Sierra de Filabres, son más caudalosos, porque abundan en manantiales, que se aprovechan para molinos y riegos; de ellas, la de Serón nace en los Carraseos; la de Bacares, que es su afluente principal, en el cerro del Gallinero, la de Macael y el Aguador, que se unen a corta distancia de este pueblo, y se aplican al aserrado de los mármoles, que proceden de aquellas renombradas canteras.

Las de la orilla izquierda, menos importantes, son las de los Marchales, el Higueral y la de las Piedras, que alcanza un recorrido de 33 kilómetros. Las de Albox y Almajalejo y otras.

En esta porción de la provincia de Almería corren el río Antas, y el de Aguas o Mojácar, que recogen, el primero las aguas de las vertientes de las Sierras de Bayabona y el Pocico, y el segundo, cuyo origen está en la falda septentrional de Sierra Alhamilla, y desemboca en Mojácar.

El río Andarax que nace en Andarax (Sierra Nevada) y separa la Sierra de Ohanes de la de Gádor, desembocando en Almería, después de abrirse paso entre la citada Sierra de Gádor y la Alhamilla. Este río recoge las aguas de

las vertientes meridionales de Sierra de Filabres por medio de las ramblas de Gergal, Anata, Verdelecho, Mojácar y de los Nudos, y es afluente del mismo río el Almería que nace en el extremo Sur de la Sierra de Baza.

El Guadiana Menor empieza en la fuente de Montilla entre las sierras Sagra y Guillemona. Sus aguas van al Guadalquivir, y son sus tributarios, por la margen derecha, el río Guardal, que procede de la falda meridional de sierra Seca y confluye por bajo de Castelléjar; el Castri, cuyas fuentes radican entre las sierras Seca y Tanasca, y desemboca por bajo de Cortes; y el Guadalentín, que procede de Jaén, al norte del monte Jabalcón. Por la margen izquierda vierten sus aguas diversos arroyos, entre ellos el de Baza, que las recibe de la sierra del mismo nombre y desagua entre Benamaurel y Cortes; por último, el Fardes, que se alimenta del derretimiento de las nieves de Sierra Nevada, y desemboca en los confines de la provincia.

El Genil nace en el Corral de Veleta, al pie de este picacho, y se alimenta del Darro, el Monachil, el Dilar, que parte del cerro del Caballo, el Colomera, el Arroyo Salado, el río Cacán, el Alhama y el arroyo del Salar; su cuenca comprende casi toda la región al Oeste de Granada, limitada al sur por las cumbres de sierra Tejada y Almijara, y en aquélla se comprenden también las vertientes NO. de Sierra Nevada.

De la falda meridional de esta última, diversas corrientes afluyen al Mediterráneo, siendo la principal el río Guadalfeo.

La porción oriental de la Contraviesa vierte sus aguas al río de Adra, y la del mediodía, a diversos torrentes o ramblas, secos la mayor parte del año. En el límite occidental se originan otras, y entre ellas, el célebre río

Verde, que fertiliza la rica vega de Salobreña.

Las ramblas del Chirivel y el río de Vélez llevan sus aguas al Pantano de Puentes y desde éste al Guadalentín, afluente del Segura. Su cuenca la constituyen la porción Este y Sudeste de Sierra María y Norte y Noroeste de la de las Estancias. Y por último, la faja meridional de la provincia de Almería, cuyas aguas van al Mediterráneo, las distribuye sobre un gran número de cauces paralelos, ya enumerados, de gran pendiente y escasa longitud.

Puede decirse, en resumen, que hecha excepción de la vertiente meridional de la primera cordillera al Sur de las estribaciones béticas, que es una faja de unos 10 kilómetros de ancho, que alcanza en algunos puntos a 30, por la cual se precipitan torrencialmente las aguas pluviales al Mediterráneo, en vaguadas de muy escaso recorrido; comprendiendo además la cuenca del río Andarax y la del Almanzora, que representan en conjunto aproximadamente la cuarta parte de las dos provincias, las dos terceras del total de las mismas o sean los  $\frac{5}{6}$  del territorio granadino vierten sus aguas en el Atlántico por el Guadalquivir y sus afluentes, el Genil y el Guadiana Menor; y una décima parte de la provincia de Almería a la costa de Levante Mediterránea por el Guadalentín, río murciano que confluye en aquella vega por el Reguerón con el Segura.

**Los minerales y sus transportes.**—Solo nos resta dar a conocer la distribución de los distritos ferríferos en las distintas zonas descritas y la salida de sus minerales hacia los puertos de embarque más próximos.

Al presente las explotaciones de la porción oriental de la provincia de Almería, como son las de carbonatos y óxidos de Almagrera y Herrerías de Cuevas; los de Sie-

rra de Bédar y Lucainena, al extremo Este de Sierra Alhamilla, tienen su salida directa por medio de cables, vías férreas, o por carros y caballerías a la costa inmediata sobre las playas de Villaricos, Palomares, Garrucha y Agua Amarga.

Las situadas en la vertiente Norte de la Sierra de Filabres o de Baza o sean el Tesorero, Alcóntar, Serón y Bacares descenden por cables, alguno de los cuales alcanzan una longitud de 14 kms. (1) al ferrocarril de Lorca a Granada teniendo su salida con otros minerales de la provincia de Murcia por el puerto de Águilas.

Los restantes que se sitúan en la falda oriental de Sierra Nevada o la occidental de Sierra de Baza, Filabres, y Alhamilla como son Beires, Alquife, Fiñana, Hueneja, Gergal, Olula de Castro, Alfaro y Los Baños concurren al ferrocarril de Baeza a Almería por medio de cables, o bien directamente a Almería por vías férreas especiales.

Las explotaciones futuras de la vertiente meridional de Sierra Nevada, Lujar y Gádor, como son Busquistar, Darrical, Berja, etc. buscarán su salida más corta a la costa por Motril o por Adra.

Por último los criaderos del Chirivel situados al Norte del Almanzora y de la Sierra de las Estancias tendrán difícil salida sin la construcción de vías férreas, por la imposibilidad de salvar directamente la divisoria de la Sierra de Oria para alcanzar el ferrocarril de Baza a Lorca distante unos 30 kilómetros hacia el Sur.

Los terrenos al Norte de Granada menos quebrados y de comunicaciones más fáciles constituidos por terre-

(1) El del Tesorero desmontado por paralización o abandono de los trabajos.

nos terciarios y secundarios, carecen en absoluto de mineralizaciones ferríferas visibles o acusables a la superficie.

Para el futuro desarrollo de la riqueza minera de estas provincias, es indispensable la construcción del ferrocarril transversal meridional que enlazando con la línea de Cartagena a Águilas, venga desde este último punto por el Norte de Almagrera, Vera y Sorbas a Almería y a partir de esta última por Berja y Órgiva a Motril y Málaga. Tendrán así fácil salida los minerales de la Sierra de Bédar, Filabres, Cabrera, Almagro y Alhamilla, así como los de Sierra de Gádor, Ugíjar, Busquistar, Sierra de Lújar y otros de que acabamos de hacer referencia.

Mientras no llega el momento de que la línea proyectada por la Sociedad el Creusot para sus minerales del cerro del Conjuero en Busquistar, o el ferrocarril de Zurgena a Torre del Mar; o el que constituye la solución que acabamos de proponer, permitan la salida de los hierros de la vertiente del mediodía de Sierra Nevada hacia las playas de la costa Sur de Granada, no habrá posibilidad de otro puerto de embarque para toda la producción de Granada y Almería, hecha excepción de los minerales de Gata, Lucainena y Sierra de Bédar, que el puerto de la última.

## CAPITULO II

### ESTRATIGRAFÍA

Las provincias de Almería y Granada unidas a la de Murcia constituyen una región cuya estratigrafía y tectónica ofrece un marcado carácter de unidad en cuanto a la naturaleza de los sedimentos y a su manera de repartirse y superponerse.

Para describir las estratigráficamente es preciso dividir las en dos secciones: Comprende la primera la porción Este, desde Cabo de Palos a la falla Almería Guadix y la segunda desde esta a la de Málaga Álora, o sea la del Guadalhorce. Al Oeste de la última queda la tercera porción de la Bética que ofrece acentuadas diferencias con las dos primeras. Estas aunque semejantemente constituidas se diferencian entre sí, porque en la segunda de ellas los materiales triásicos abundan más y se acumulan en grandes manchas como revelando un derrubiamiento menos avanzado.

Al Oeste de la falla de Málaga aparece el estrato cristalino en menor extensión; predominan los terrenos se-

cundarios y se muestra formando el hastial Oeste de aquélla el siluriano, que no se deja ver en las otras dos porciones.

Las diferencias comprobadas se deben a la denudación de los diversos sistemas de la serie que primitivamente se le superponían y a oscilaciones en sentido vertical de las distintas dovelas en que la región considerada aparece subdividida por las fallas citadas y otras longitudinales que con ellas juegan. Esta condición ha originado el que los terrenos hundidos hayan sido menos derrubidos que los que quedaron en saliente.

Considerados unos y otros en el sentido Norte Sur, haciendo omisión de la falla del Guadalquivir que no alcanza a los límites de las dos provincias, aunque sea evidentemente el límite Norte de la Bética, se observan otras diferencias que se deben a los plegamientos y fallas longitudinales, alineándose los materiales al rumbo de estas, predominando al Norte los materiales secundarios, jurásicos y cretáceos y al Sur el estrato cristalino. La dirección de estas zonas paralelas es de Este a Oeste antes de entrar en la provincia de Granada por el lindero Oeste, y hacia el NE. una vez dentro de ella.

El terciario se distribuye siempre en los valles o terrenos bajos de las cuencas de los ríos y sus afluentes, ramificándose con ellos.

Los sedimentos paleozoicos están representados por el cambriano y el siluriano; pero este último no aparece en el conjunto estudiado, y se limita aproximadamente al Este por la falla de Málaga. Ya diremos a su tiempo como tal circunstancia es un argumento más en favor de la opinión del Sr. Orueta respecto a la edad de las fallas que limitan nuestras divisiones.

Los materiales cambrianos se extienden hacia el Norte

de la provincia de Almería sean ciertamente cambrianos o bien del estrato cristalino superior o precambriano (Algonkiense); pues es bien difícil, a nuestro entender, el diferenciarlos petrológica o estratigráficamente.

La cordillera Bética en su variada composición (1) constituye uno de los rasgos más salientes y decisivos de la orogenia y orografía de nuestra península; y su porción oriental se comprende en el perímetro de estas dos provincias y en el de la limítrofe de Murcia que por su estratigrafía tectónica y metalogenia, forma un conjunto indivisible con aquellas.

Hemos de hacer otra distinción que afecta también a la porción occidental o sea la de los terrenos al Oeste de la falla del Guadalhorce a saber: los que corresponden a la cordillera Bética y los de la Sub-Bética. La primera comprende todos los sedimentos antiguos de la zona costera y meridional que forman el país de mayor relieve; y la Sub-Bética la parte septentrional compuesta por las cordilleras jurásicas y cretáceas.

Próximo al límite Oeste de la provincia de Granada, siguiendo un perfil en dirección perpendicular a la costa, y a partir de esta, se muestran en primer lugar pizarras cuyas ondulaciones han sido niveladas por la erosión, y sobre estas se apoyan isleos de terreno triásico, y sucesivamente superponiéndose sobre los materiales preexistentes

(1) Ofrece esta muchas particularidades. Es frecuente encontrar en contacto terrenos de épocas muy distantes: el Plioceno, por ejemplo, sobre el Estrato cristalino en el valle de Lecrín (Granada); el Oligoceno sobre el mismo en la vertiente septentrional de Sierra Nevada; el Eoceno sobre el Jurásico en la falda O. de la Sierra de Marchamonas (Málaga) sostenido este último, a su vez, por los mármoles primitivos de la Sierra Tejada.

otros isleos jurásicos, eocenos y pliocenos.

La cumbre de este macizo ha debido permanecer emergida desde tiempos muy antiguos.

Es una parte del mismo, el macizo de Sierra Nevada situado más al Este, cuyo centro y la mayor parte de su extensión están formados por pizarras cristalinas. En una cierta porción de estas pizarras, en Sierra Tejada, Albuñuelas, Dilar y Quentar, y en el sentido de los pliegues se les agregan las calizas de la misma época, que forman escarpas repetidas cortadas por el desfiladero, paso de la carretera que va de Granada a Motril por la divisoria de aguas.

La sub-Bética está formada, en primer término, por sierras de la misma dirección que la Bética y compuestas principalmente de calizas jurásicas plegadas y rotas, envueltas en muchos puntos por los sedimentos que ocultan los contactos del terreno estrato cristalino con los secundarios; o sea, de la cadena principal con la zona sub-Bética y los plegamientos de esta; así como las fracturas que son consecuencia de los mismos, que hacen aflorar las capas subyacentes, son efecto de sus empujes contra el pilar de la Meseta central; y esta zona sub-Bética forma la parte septentrional de las otras dos provincias de Almería y Murcia.

Siguen después colinas más bajas dando superficies suavemente onduladas que acusan una composición margosa es decir, de materiales blandos, ya triásicos hacia la parte de Loja o cretáceos hacia Montefrío; y más al Norte la Sierra Tiñosa constituida en una faja de dirección NE. de materiales jurásicos; siguiendo después los calizos triásicos de Priego que prolongan la sub-Bética hacia la provincia de Jaén.

Teniendo por límites estas dos zonas Bética y sub-Béti-

ca que se separan hacia el Norte y Sur de Granada partiendo de Alhama y Zafarraya, existe un ancho espacio casi llano o con tenues ondulaciones, sureado con diversos barrancos, y atravesado por el valle del río Genil, el cual se abre paso entre los Hachos de Loja y la Sierra Parapanda. Es desde luego aquella porción de terreno un área de hundimientos característica de las zonas limítrofes de las regiones plegadas, rellena por transgresión de materiales terciarios (1).

Para completar este bosquejo descriptivo de los terrenos y de su distribución, añadiremos el siguiente resumen que de la geología de la provincia de Granada hace el Ingeniero Sr. Gonzalo Tarín.

Dice este que la base de los sedimentos reconocidos la forman con importante desarrollo diversas rocas cristalinas y silíceas con mica, epidota y anfíbol y en reducidos isleos gneises. Superpuestos talcitas y filadidos chastolíticos, y subordinados a ellos calizas cristalinas, anfíbolitas pizarreñas, serpentinas y cuarcitas; y sobre estos materiales amplia serie de filadidos y pizarras y calizas sin fósiles.

Que los manchones de triásico suelen componerse de arenisca roja, caliza, margas y conglomerados sin restos orgánicos. El Jurásico y Cretáceo están representados por calizas y margas, los sedimentos eocenos son principalmente calizas numulíticas; en el Mioceno alternan margas,

(1) Existe un íntimo enlace entre la tectónica y la estratigrafía puesto que la distribución de los materiales estratificados en la corteza terrestre, tanto en sentido horizontal como en el orden de superposición, se subordina a los movimientos sucesivos de ella; y por lo mismo para fijar el concepto estratigráfico, es conveniente dar idea al mismo tiempo, siquiera sea a grandes rasgos, de la razón de su existencia en cada lugar.

yesos y arcillas de formación lacustre, calizas, arenas y arcillas marinas con abundancia de fósiles diversos. Los sedimentos pliocenos marinos o lacustres están formados por margas, yesos, arenas y calizas; y por último el cuaternario por aluviones, algunos auríferos, que están inmediatos a la población de Granada.

Adquiere gran desarrollo el estrato cristalino en el anticlinal de Sierra Nevada que se prolonga por Almería hasta el curso del río Andarax, y hacia la otra parte de este, en el extenso macizo de la Sierra de Filabres, Bayabona y Almagro cuyas estribaciones son por el Sur las Sierras Alhamilla, Cabrera y Almagrera. El mismo sistema continúa en la provincia de Murcia, por las de Aguadefas y Almenara, El Algarrobo y Santi Spiritu (1). Le es paralela y está separada por el valle del Almanzora, la Sierra de las Estancias que es continuación de la de Oria y está compuesta análogamente a la Sierra Alhamilla; es decir, de estrato cristalino en las cumbres y el triásico extendiéndose por ambas faldas.

Vienen estos materiales circunscritos a zonas que son paralelas a los pliegues y fracturas, una de las cuales ha producido el hundimiento por la línea de costa y ha dado paso a las erupciones traquito-andesíticas de Cabo de Gata, Mazarrón y Cartagena.

El Triásico, el Jurásico y el Eoceno se reparten en la porción septentrional de la provincia de Almería y al Norte de la Sierra de las Estancias sobre el resto de las

(1) El estrato cristalino se extiende al Norte de esta Sierra por el llano de Cartagena, que es otra zona de hundimiento, bajo las calizas triásicas, el mioceno y el cuaternario. Es un asomo del mismo el Cabezo Gordo formado por calizas marinoas.



superficies comprendidas entre los límites de aquélla. El último de los tres citados parece iniciar su coincidencia o adaptación a las formas actuales que determina la red hidrográfica y adquiere su mayor desarrollo dentro de la provincia de Murcia en la parte más elevada de la cuenca del río Segura que corresponde a sus orígenes y a los afluentes Argos, Moratalla, Quipar y Pliego.

Además de aquellos terrenos entra a formar parte de su constitución en primer lugar el Plioceno desde el pie de la Sierra de Gádor a Cabo de Gata, rodeando la Sierra Alhamilla y Sierra Cabrera con manchas de Mioceno en todo el valle del Almanzora, hasta el Norte de la Sierra de Enmedio y además en Sorbas y Huércal-Overa.

Tiene aquél amplia representación en la Hoya de Baza, como el diluvial en la vega de Guadix, el curso del río Fardes, y el del Andarax, recibiendo la denominación de formación de Guadix.

La Hoya de Baza se limita al Norte por las Sierras de Tascaña y Huéscar, por el Este por la de Periate, por el Sur por la de Baza y por el Oeste por los terrenos menos montuosos que dan paso al río Grande y en el centro se halla Benamaurel. Toda la región así definida está compuesta por el Plioceno marino en su mayor parte (1) correspondiente al segundo tramo (plaisanciense); hacia el Oeste se presentan formaciones lacustres como en Zújar con lignitos y *Syadosmia Alba* y *Cardium edule*. Se compone por regla general de arcillas con intercalaciones de gredascalizas muy arcillosas e interposiciones de yesos.

(1) La parte alta de la Sierra de Periate, o sea el vértice del pliegue está constituida por el Lías y base del Jurásico cubriendo las faldas los sedimentos terciarios del valle de Vélez o del río María.

Sobre el plioceno se apoya el diluvial y aquél se superpone a su vez al jurásico de Huéscar y Periate, así como al numulítico del campo de Bujejar, y por el Sur sobre el estrato cristalino de la Sierra de las Estancias, y de la de Filabres. Junto al paso del río Grande y en las inmediaciones de Zújar se eleva aislado de las demás Sierras, el Jabalcón compuesto por calizas jurásicas con una altitud de 1.496 metros.

La formación de Guadix se ve superponerse en las inmediaciones de esta ciudad a las margas pliocenas. Cuando predominan en ellas los conglomerados compuestos por gravas y guijarros con poca arcilla, la topografía se forma por pequeñas mesetas con laderas escarpadas o vertientes rodeadas de bloques más o menos esparcidos; cuando predomina el elemento arcilloso, como cuando afloran las margas pliocenas, las superficies aparecen estriadas por profundos y laberínticos surcos.

Aunque su composición ofrece grandes variantes, como se comprende fácilmente teniendo en cuenta su origen, este es el mismo en toda el área que con cortas soluciones de continuidad debidas a la denudación o a los accidentes tectónicos, parte de las proximidades de Huéscar y avanza hasta la costa de Almería, presentando ramificaciones hacia la Venta de los Nudos, la Serrata de Lucainena y Cabo de Gata por el Este, y hacia el río de Paternas por el Oeste.

En la primera ramificación al Norte, Oeste y Sur de Sierra Alhamilla se la ve apoyada sobre las margas pliocenas. Tabernas se asienta sobre conglomerados de elementos gruesos superponiéndose a margas en lechos delgados y también en bancos potentes.

Su parte central forma una extensa llanura sustentada por depósitos de acarreo debidos a corrientes que obedecieron a un régimen distinto del actual, y tienen represen-

tación en otros puntos muy distantes.

La composición varía según la procedencia de los derrubios. Hacia el Suroeste de Guadix y por la orilla izquierda del Fardes, hasta el pie de Sierra Nevada, predominan las arenas micáceo-arcillosas y los guijarros con trozos de mica y cuarzo, y el cemento es arcilloso ferruginoso y rojizo. En cambio hacia el Este la caliza entra también a mezclarse con aquéllos.

En el centro o sea en los terrenos que forman la vega de Guadix se intercalan capas de conglomerados sin consistencia, que se distribuyen irregularmente en la masa, y los elementos finos alternan en ella con los gruesos. Según Drasche el espesor de estos depósitos alcanza a 353 metros entre Guadix y la Calahorra y Gonzalo Tarín dice que en el límite de la provincia de Jaén llegan a 385.

El área recubierta por tales depósitos que hemos dado a conocer a grandes rasgos, se extiende desde el Oeste de las Sierras de la Zarza en los confines de la provincia de Granada y Almería; por el Sur de Huéscar y Castril hasta el Oeste de Guadahortuna, zona alta del Guadiana menor, el Este de la Sierra Harana, Iznalloz y Pedro Martínez. Circunda hacia la parte de Baza la Sierra de este nombre y hasta las cercanías de dicha población y por la vertiente Oeste la misma Sierra y las del Tesorero hasta Abla, viniendo a recubrir hacia el Suroeste las formaciones ferríferas de Alquife, y alcanzando hasta Lapeza y Diezma, El desarrollo en el sentido de la corriente primitiva es de 140 kilómetros y se extiende transversalmente hasta más de 30.

El terreno en cuestión se superpone al Plioceno y en algunos puntos al Mioceno o sea al Norte y Suroeste de Granada, y en la región alta del Valle de Lecrín.

Esta formación se originó indudablemente en un perio-

do de oscilaciones del suelo. Las porciones en relieve, favorecidas por las dislocaciones, aportaban derrubios abundantes que eran barridos en períodos caracterizados por grandes paroxismos de lluvias torrenciales, seguidos de calmas más o menos prolongadas. Disminuído el caudal de las corrientes en estos últimos, y la pendiente de los cauces por la acumulación de los elementos gruesos, se hacía posible la deposición entre estos del cemento arcilloso que forma hoy los conglomerados; y quizá el hundimiento gradual de las depresiones originó la acumulación de tan grandes espesores.

Las corrientes partían de los receptáculos formados por los pliegues y los saltos; vertiéndose en un solo sentido hasta que los últimos movimientos originaron la separación en dos cursos de corriente contraria, que excavaban actualmente sus álveos, dirigiéndose uno de ellos, el Fardes, hacia el Océano, y el otro, el Andarax, hacia el Mediterráneo; tendiendo este último, de pendiente mucho más rápida que el primero, a alcanzar su perfil de equilibrio, y a captar las aguas del Fardes. La divisoria actual pasa por la Calahorra.

En esta importante porción de la cordillera Bética sobresale en primer término, por constituir el eje de los pliegues que la originaron, y del gran anticlinal que dió lugar a su relieve, y a la distribución de los diferentes materiales que la componen, la Sierra Nevada y su prolongación por el Este la de Filabres con sus principales distribuciones. Todos los yacimientos ferríferos y la mayor parte de los criaderos minerales de las dos provincias, se encuentran dentro del perímetro de estos dos macizos de montañas; en ellos, en sus faldas, brotan fuentes minerales que no son, sino el remanente de los fenómenos eruptivos hidrotermales que originaron las formaciones meta-

líferas más modernas, terciarias o post-terciarias, correspondientes a los plegamientos alpinos; dentro de este círculo, existen también, hecha excepción de algunos asomos ofíticos de la Sierra jurásica de Parapanda, al Norte de la provincia de Granada, todas las rocas hipogénicas que superficialmente aparecen en la región.

Por consiguiente la estratigrafía de este macizo montañoso merece ser tratada en párrafo aparte y con mayor detenimiento.

**Sierra Nevada.**—Marcel Bertrand dice, «que se distingue por sus formas pesadas, la considerable pendiente de sus laderas y por la homogeneidad de su estructura y constitución, resultando ser un verdadero monolito de pizarra».

Su longitud de Este a Oeste es de 80 kilómetros, 40 de Norte a Sur, en su extremo Oeste y 20 en el del Este. Las cuatro quintas partes de su superficie están formadas por el estrato cristalino. Se compone de pizarras micáceas en espesores de 1.000 a 1.900 metros que alternan con pizarras cuarzosas y granatíferas, y también con clintonita, andalucita, turmalina, hierro titanado y rutilo. Entre ellas se interponen concordantemente cuarcitas, cipolinos, dolomías, mármoles epidotíferos, serpentinas pizarreñas y anfibolitas que forman tres haces paralelos en las inmediaciones de Huéjar y en el barranco de los Azulejos, en Mulhacén y Veleta. Esta hilada de rocas anfibólicas constituye un nivel muy marcado, pero aparece en un área muy reducida.

En los picachos o en las cumbres, las pizarras pierden su carácter cristalino y toman color negro violáceo, muy hojosas y de textura muy uniforme.

En un corte hecho por Botella por el citado barran-

co de los Azulejos da de arriba hacia abajo la siguiente sucesión de capas:

Cuarcita turmalinífera  
 Cuarcita con piroxena  
 Pizarras micáceas granatíferas  
 Roca verde  
 Gneis  
 Pizarras micáceas granatíferas  
 Gneis  
 Roca verde

En este lugar existen calizas cristalinas con mica plateada y en la Campaneira otra interposición al contacto de anfibolita estratiforme con grandes cristales.

Ofrecen estas rocas una combadura anticlinal, al parecer única, aunque en los extremos NO. y SE. aparecen repetidos pliegues, y fallas a ellos subordinadas.

Las pizarras buzan al N. NO. en la parte septentrional y S. SE. en la meridional. Se termina en semicúpula hacia el Oeste.

En los expresados extremos aparecen dichos materiales muy doblados por zonas que parecen resbalar alargándose o acortándose unos sobre otros y su aspecto particular sugiere la idea de huella de los plegamientos y dislocaciones huronianos y caledonianos, a los que probablemente estuvieron sometidos. Bertrand atribuye estos pliegues secundarios a penetración mecánica del cuarzo en fajas delgadas que alternan al infinito, y que aparecen interestratificadas siguiendo todas las sinuosidades, pliegues e inflexiones de la pizarra, que Botella supuso que fueron simultáneos para estas y para el cuarzo, y que debieron producirse cuando las rocas no se habían endurecido. Nosotros no vemos en esta contextura sino la formación de huecos por plegamientos y su relleno con cuarzo como consecuencia de acciones de secreción secundaria.

Dice Gonzalo Tarín que cualquiera que sea el itinerario



elegido para atravesar la Sierra Nevada, la roca que con más frecuencia se pisa es la micacita con caracteres más o menos variados, observándose que los buzamientos se invierten en partes opuestas de la Sierra, como si se tratase de una grande ampolla cuyo punto culminante fuese el pico de Mulhacén.

Las micacitas granatíferas presentan en algunos puntos (Primeras Aguas) estratos muy dislocados en los que los barrancos o líneas de depresión corresponden a ejes anticlinales, por donde éstos se desgarran, y es posible existan numerosos pliegues que disminuyan mucho el espesor aparente de dichos materiales.

Por el camino que sube a la Sierra desde Lanjarón, se encuentran en primer término anfíbolitas que se sustituyen a poca distancia por pizarras micáceas escamosas alternando con cloritosas y micacitas granatíferas que inclinan 50° al Sur; después pizarras escamosas granatíferas, leptinitas, micacitas hojosas, micacitas sericíticas y después las pizarras dichas que forman las crestas.

Un corte hecho por Gonzalo Tarín hacia Capileira da la siguiente sucesión de los estratos:

- 1.º Filadios negros maclíferos (Cambriano).
- 2.º Micacitas arcillosas satinadas a veces granatíferas (Primitivo).
- 3.º Micacitas y pizarras silíceas con lechos de gneis primitivos.

Las Alpujarras son una estribación de Sierra Nevada que parte de su vertiente Sur. Están constituidas por pizarras y mármoles que alternan y buzan hacia el S. SO. con repetidos pliegues sinclinales y anticlinales paralelos entre sí, de dirección E. 20° N. a E. 10° S. y rotos por regla general dejando ver en las fracturas las micacitas cristalíferas.

El trias entra en la constitución de esta Sierra en gran proporción, principalmente por la vertiente del Oeste y la del Sur.

Dice Bertrand que el límite septentrional de las formaciones cristalinas de Sierra Nevada, que se señala por una línea que va desde Granada a Málaga, separa los sedimentos triásicos en dos facies, una al Norte con margas irisadas y otra al Sur con pizarras semicristalinas o satinadas e intercalaciones de pizarras cristalinas, cuya segunda facies la califica de pelágica o alpina; fundándolo en algunos fósiles encontrados por el Sr. Gonzalo Tarín en las calizas de Gádor, nosotros creemos que es muy diferente el origen de estas pizarras del de las calizas que tan extendidas se hallan en todas las provincias del SE. de la Península.

En las vertientes occidentales aparece el trias representado por el tramo superior. Cerca de Huetor la arenisca roja se superpone a las pizarras, y en Alfácar aparecen conglomerados de cemento rojizo. En Dúrcal el Cerro del Caballo y en Padul abundan las calizas dolomíticas gris-azuladas o rojizas.

Se muestran las calizas triásicas entre Lanjarón y Órgiva. En Quentar existen calizas con pizarras arcillosas que se ven también entre la Aldea de Tocón y La Peza; y entre este punto y Lugros, calizas areniscas y margas de colores vivos en lechos delgados.

Las calizas triásicas se muestran también en los desmontes de la carretera de Tablate y Lanjarón. Igualmente compuesta con los materiales citados existe una faja de este terreno que corre por la vertiente meridional de la Sierra, que cruza por los términos de Cástaras, Nieves, Nãrila, Timar y Yegen y entre Ugijar y el río Jatar.

Sobre las calizas se suelen encontrar margas y yesos

que pueden corresponder al Keuper. Entre Beires y Abruena en Haza de las Siete Torres o Cerro del Portero, aparecen micacitas cuya mica se sustituye por pequeñas escamas de hierro oligisto micáceo constituyendo Itabiritas.

Sobre las pizarras cristalinas o Algonkienses se ven calizas, unas veces marmóreas blancas y blanco amarillentas o rojizas correspondientes a los tramos referidos, otras veces dolomíticas grises oscuras y negruzcas, y otras arcillosas con grandes oquedades probablemente triásicas.

Son calizas cristalinas las que se muestran en la cuesta de Huéneja; arcillosas y dolomíticas en la orilla izquierda del Andarax, desde el Chullo a Laujar; y soportan estas calizas a las pizarras arcillosas de variados colores principalmente violadas y verdosas que contienen yesos en Laujar y entre el camino de Huéneja y el río Andarax.

Completan la serie de los terrenos, las interposiciones de rocas hipogénicas básicas antiguas en el cerro del Almirez, al centro del macizo; en Soportújar al mediodía y en el Cortijo de Morales y Bayárcal.

Como no existen asomos de otras variedades de rocas, deberemos relacionar con los primeros la mayor parte de los criaderos metalíferos que en las vertientes de la Sierra aparecen.

Creemos que este macizo montañoso por su situación y forma, ha ejercido, como ya hemos dicho, una gran influencia en la constitución geológica de la Bética, siendo un rasgo excesivamente saliente, para no haber merecido hasta ahora la atención de los geólogos que conocieron el caso, y debieron hacer un estudio detallado, que hubiera sido, a nuestro modo de ver, asaz interesante.

Nosotros no hemos podido acometer un trabajo tan transcendental con motivo de nuestro estudio sobre los

hierros: lo que nos permitimos transcribir es una recopilación de antecedentes de memorias diversas, escritas con un objeto distinto como la de los Terremotos de Andalucía en Diciembre de 1884; y otros bosquejos estratigráficos a grandes rasgos de distintas porciones de estas provincias.

Orueta es el primero que sin intentar un estudio de tales proporciones, ha hecho una exacta definición de los materiales cristaloflianos que forman el terreno que predomina en esta interesante zona, de su espesor y de su orden cronológico; si bien se ha limitado, sensiblemente para los que escribimos y hayan de utilizar este libro, a la porción Oeste de la Bética que se sitúa al poniente de la gran fractura de Motril y Zafarraya.

La interesante descripción que aquél hace en el Tomo III, 3.<sup>a</sup> Serie del Boletín del Instituto Geológico, se resume de la siguiente manera:

ESTRATO CRISTALINO (División)		Espesores (Metros)
TRAMO INFERIOR	Gneis glandular .....	50 a 60
	Gneis micáceo .....	150 a 180
TRAMO MEDIO	Micacitas	Micacitas feldespáticas .....
		Id. normales .....
		Id. granatíferas .....
TRAMO SUPERIOR	Calizas dolomíticas y dolomías. Alternan con anfibolitas	Id. con andalucita y estaurótida .....
		Micacitas (rocas verdes)
TRAMO SUPERIOR	Calizas dolomíticas cristalinas Micacitas granatíferas	Micacitas con cloritoide .....
		Cuarcitas epidotíferas Anfibolitas .....
		Calizas con piroxena .....

El potente macizo de Sierra Nevada se compone casi exclusivamente de estas últimas que alcanzan un gran espesor.

Tanto las calizas con las pizarras cristalinas, como las micacitas con las anfibolitas y las cuarcitas epidóticas, se suceden repetidamente y hacen tránsito más o menos gradual de unas a otras.

El sistema está atravesado, por diques hipogénicos compuestos por dioritas, granulitas y cuarzo asociado con feldespatos triclinicos. Los primeros no forman parte de este macizo, los segundos aparecen cortando las micacitas del mismo en diversos puntos.

Las rocas estratificadas buzan en conjunto hacia el Este; de donde resulta que avanzando en sentido horizontal hacia dicho rumbo se encuentran sucesivamente materiales más modernos. Las rocas del primero y el segundo tramo no aparecen hacia el mismo rumbo después de la gran falla antes citada, y toda la porción de la Bética comprendida desde esta a Cabo de Palos está compuesta con ligeras variantes por las micacitas granatíferas o por las rocas verdes.

Dice Guillermo Tarayre sobre la Sierra Nevada, que su vertiente meridional deja ver pizarras cloríticas, lo cual demuestra que el gran anticlinal fué roto y separado por fracturas que corresponden a la vertiente opuesta del Norte.

Existen en la porción oriental numerosos criaderos metalíferos irregulares e inconstantes con sulfuros de plata, cobre gris, calcopirita, cobaltina, galena, y calamina de origen herciniano. El acceso de las emanaciones debió hacerse en el contorno exterior del anticlinal en donde se acusan las dislocaciones más intensas que originaron las primeras estribaciones, o sean las Sierras de Lújar y de

Gador. El centro del macizo compuesto por materiales clásicos y habiéndose iniciado su bombeamiento antes de las erupciones hercinianas, no dejó fácil paso a aquéllas y no aparecen por esto en la misma sino rara vez las metalizaciones.

Se dice que las rocas anfibolíticas y granatíferas existentes en la ventana abierta por la denudación sobre la vertiente septentrional entre el picacho Veleta y el Mulhacén contienen oro y por ninguna parte se han hallado filones auríferos; pero la masa entera de la micacita está impregnada de aquél metal y las grandes masas de depósitos aluviales producidos por derrubiamiento contienen 0,50 a 0,75 gramos de oro.

Por regla general el oro más bien se disemina en inclusiones microscópicas de pirita, calcopirita y mispiquel, en riñones, vetas y filones de cuarzo que tan frecuentes son en los terrenos cristalinos, sin que sea fácil precisar cuáles son las porciones de máxima mineralización; ni que deba tampoco excluirse en absoluto la posibilidad del carácter de impregnación difusa piritosa de aquella porción de las rocas cristalinas que las contienen, y que forman parte de este macizo de montañas; habiéndose originado a gran profundidad antes de su elevación por el bombeamiento del anticlinal.

**Sierra de Filabres.**—Es la prolongación orográfica y estratigráfica de Sierra Nevada; con diferencias tectónicas de detalle; desprendida de aquélla por una de las fracturas transversales que seccionan la cordillera Bética en las porciones típicas de que hemos hecho mención. Su cumbre coincide con el eje del anticlinal que produjo su emersión, y lo forman, como en Sierra Nevada, el estrato cristalino representado casi exclusivamente por el tramo

superior de las micacitas granatíferas, y las calizas cristalinas o mármoles. Entre aquellas hay que distinguir las micacitas propiamente dichas y las pizarras micáceas, cuya línea de separación en sus alternancias es difícil marcar, porque pasan gradualmente unas a otras. Las primeras, que son las más profundas, son grises oscuras con estructura tabular, fractura plana y esquistosidad casi normal a la estratificación; los granates llegan a alcanzar hasta 20 m/m de diámetro. Las segundas muy arcillosas, con colores blanco-azulado y verdoso, mucho más brillantes que las anteriores y de textura y fractura hojosa. Se descomponen por meteorismo y forman verdaderas arcillas.

Cubren la mayor parte de la sierra y sobre todo en la vertiente Sur, mucho más extensa por su menor pendiente. Sobre las micacitas descansan los mármoles en estratificación concordante. En estos mármoles arman la mayor parte de los criaderos de hierro que se sitúan dentro de su perímetro y se presentan siempre en isleos de corta extensión.

Sobre los mismos aparecen también con gran desarrollo otros isleos de conglomerados recubiertos parcialmente por sedimentos más modernos en la vertiente Norte y al SE., cerca de Tabernas y sobre el receptáculo de las ramblas de los Negros y del Aguador. Se componen de derrubios de mármoles y micacitas y cuarzo con cemento arcilloso-calcáreo; son, al parecer, triásicos, pero no hay razón convincente para aceptar este juicio en absoluto. La presencia de los yesos en ellos en forma de masas, se relacionan con los elementos calizos que lo constituyen y las emanaciones sulfurosas procedentes de lacolitos de dioritas en cuyos contactos aparecen. Es un fenómeno propio de las formaciones ferríferas muy frecuentes en los criaderos

que arman en las calizas.

El triásico la envuelve como a la Sierra Nevada por las dos vertientes Norte y Sur, si bien hacia esta última, forma parte de aquellas sierras costeras que son sus primeras estribaciones. Se compone dicho terreno, según lo definen algunos geólogos, de launas, o sea filadidos arcilloso-talcosos por regla general azulados, blanco rojizos o verdosos que contienen clorita sin duda alguna (1) y además calizas y dolomías.

Las calizas y dolomías, nunca definibles de una manera absoluta como rocas triásicas por su carencia de fósiles, lo son quizá por su facies y su composición muy semejantes a las de otras rocas que los contienen.

En la zona de Bacaes, interesante por sus minas de hierro, el triásico se asienta sobre las pizarras cloritosas. Lo componen conglomerados y areniscas amarillentas de grano fino y cemento calizo, que descansan sobre estratos cristalinos, una vez concordantes y otras discordantes. Contienen aquéllos, fragmentos o guijarros de cuarzo, micacitas, cipolinos, pizarras cloritosas y trozos de dioritas.

(1) En toda la provincia de Murcia, y en muchos puntos de la de Almería, estas pizarras aparecen en discordancia con las calizas triásicas y concordantes con los mármoles; y por su carácter, que no ofrece excepción alguna, nos es forzoso clasificarlas como estrato-cristalinas. La disposición que adoptan en Sierra de Filabres obligaría a incluir los conglomerados dichos en el mismo sistema, y reduciría el triásico a las calizas y dolomías. Estos esquistos pudiendo resultar evidentemente de la compresión de estratos arcillosos y los conglomerados que aparecen en su base convirtiéndose en muchos puntos en verdaderas calizas, sugieren la idea de comparación con aquellos materiales que se agrupan bajo la denominación de Algonkiense.

Sirva esta iniciación más bien para demostrar nuestras dudas respecto al origen triásico de estas rocas que para probar su verdadero origen, como habremos de intentarlo más adelante.

En algunos puntos disminuyen de consistencia, el cemento se hace más amarillento, y el conglomerado hace tránsito a una arenisca amarillenta rojiza semejante a la que aparece en la base del triás de Granada y Loja.

Encima yacen filadios arcillo-talcosos de colores verde, azul y rojo, entrecruzados por vetillas de cuarzo blanco lechoso o rojizo; sobre éstos, calizas pizarreñas de estructura hojosa amarillenta; calizas tabulares blancas o grises azuladas alternando con pizarras margosas en lechos de algunos decímetros. Dolomías grisáceas, amarillentas rojizas muy tenaces y también negruzcas. Ofrecen masas de yeso, y nudos de galena con cuarzo y fluoruro de calcio y calaminas en grietas rellenas principalmente de arcillas y derrubios diversos.

Los filadios arcillo-talcosos superpuestos a los conglomerados aparecen como revueltos, varían mucho sus buzamientos y se ven intensamente plegados.

Aparecen en la vertiente Norte de gran inclinación, así como en las porciones bajas de los Barrancos de Bacares, río de Herrerías y otros; y se ve claramente que han resbalado acumulándose en espesores de 130 y 150 metros, así como en muchos puntos parece haber ocurrido también la caliza con el hierro. Esto hace pensar que las capas de filadios con su montera de calizas triásicas aparezcan en posiciones invertidas a su situación primitiva, y que la edad de aquéllos como la de los conglomerados sea muy distinta a la que su situación actual demuestra.

Los minerales de hierro arman por regla general en los mármoles, pero se muestran también en zonas de sustitución a las dolomías y las calizas; como acontece en las minas el Gran Coloso y Cuevas Negras (Bacares).

Con relativa frecuencia aparecen metalizaciones en las pizarras en formas de filones que se relacionan con las

masas ferríferas de aquéllas y de los mármoles, pareciendo contemporáneas y subordinarse a las rocas verdes ofitas o dioritas; principalmente las primeras, de las que se ven bastantes asomos en lugares inmediatos.

El Mioceno aparece al borde Norte de la falda del Almanzora representado por margas recubriendo materiales triásicos y estrato-cristalinos. El álveo de este río lo forman aluviones que se extienden por todas sus márgenes alcanzando espesores de 20 a 50 metros.

Existen asomos de pórfidos cuarcíferos, granulitas o riolitas que atraviesan las pizarras micáceas y también melafiros en Serón, barranco del Rascador.

Afloramientos ofíticos se ven en los siguientes lugares: en la mina «Gran Coloso» atravesando calizas y conglomerados triásicos; 1 kilómetro al NE. del anterior, entre conglomerados, en la margen derecha del río de los Molinos (Macaél) interponiéndose en las micacitas; en las canteras de mármoles con las calizas y dolomías; por último los asomos dioríticos del Calar del Layón que aparecen entre las mismas calizas y dolomías; y en el Calar del Vinagre atravesando las calizas y launas.

**El Triásico.**—Hemos expuesto en líneas generales la distribución de los distintos materiales sedimentarios que componen el suelo de estas dos provincias, refiriéndolos a los accidentes orográficos u orogénicos. Ha sido costumbre muy generalizada el estudiarlos separadamente por sistemas, y cada uno de ellos en las distintas localidades en que se muestran.

Creemos que este procedimiento dificulta el formar un juicio admisible sobre la constitución geológica de una comarca; debiendo desde luego añadir que para nuestro propósito el estudio de los rasgos principales sin detener-



se en los detalles es suficiente; y recurriendo a este nuevo método se logra también una mayor unidad en su descripción.

Apesar de nuestro propósito habremos de exceptuar del camino trazado al TERRENO TRIÁSICO que tiene aquí una grande importancia: menos por la superficie que recubre, no obstante ser muy extensa, que por las mineralizaciones que contiene, ya ferríferas, ya de plomo y cinc, y por la constancia con que esto tiene efecto; aunque sea con carácter exclusivo para los sedimentos del tramo medio, es decir para las formaciones calizas del Muschelkalk; hasta el punto que cuando estas desaparecen bajo los materiales jurásicos, cretáceos y terciarios, desaparecen aquellos afloramientos característicos en forma de manchas o crestones ferruginosos. Ya hemos dicho que la analogía que dichos estratos ofrecen en su composición y distribución dentro de las dos provincias y en la de Murcia, nos obliga a denominar este conjunto geológico *provincia estratigráfica*; como los rasgos característicos de las rocas hipogénicas que asoman dentro de sus contornos y también los de los criaderos que con aquéllos coinciden; pues cada día con más visos de realidad hemos de ir comprobando la dependencia entre los fenómenos eruptivos hidrotermales y las rocas hipogénicas; así como la tectónica de los terrenos que les sirven de caja, nos inducirán a definir el mismo conjunto geológico como provincia petrográfica o metalogénica. Las condiciones tectónicas dichas distribuyen desde luego, los diferentes centros mineros conocidos en las cercanías de la costa, condición altamente favorable para su explotabilidad.

Las circunstancias expuestas y lo mucho que ha sido discutido el origen de estos sedimentos así como el de las calizas cristalinas subyacentes también metalíferas (con

hierro y plomo), que algunos geólogos pretenden incluir con los esquistos intermedios, entre los sedimentos triásicos, nos fuerza a detenernos algo más en su examen y descripción:

Existe, es indudable, alguna dificultad para diferenciar estos estratos en las distintas localidades donde aparecen, y más aún para clasificarlos exclusivamente por su facies, porque carecen de fósiles en absoluto (1). Por lo mismo, haremos no solo su descripción sino que estableceremos comparaciones para deducir algunas consecuencias.

No es posible, por lo tanto, aseverar que todos los materiales clasificados como triásicos lo sean efectivamente; y desde luego una parte de ellos, es nuestra modesta opinión que, corresponden al estrato-cristalino, lo cual es demostrable tectónica y petrológicamente. Para acumular más elementos de juicio, habremos de referirnos en alguna ocasión a la geología de la provincia de Murcia por las semejanzas ya dichas con las de Almería y Granada, y por que nos es más detalladamente conocida.

A fin de proceder con la mayor claridad posible, y establecer comparaciones entre los diversos estratos por localidades hemos creído útil formar el siguiente cuadro:

(1) Solo aparecen en las dolomías de Gádor y se toman estas como tipos de comparación, para deducir la edad de las que se asemejan por su facies.

## TERRENO

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE
Almería	Collado del río Mata y rambla Mayor. Cueva de los Gorullos y Dehesa de Mora.	Cambriano.
	Vélez Rubio.....	
	Pasos Colorados (Vélez Rubio).....	Pizarras cambrianas.
	Cantoria, ramblas del Salar y del Campillo.	
	Cerro Minado. Huércal-Overa.....	Estrato-cristalino. Pizarras moradas y verdosas (1).
Serreta del Castillo..... Rambla de la Santa (Sur de Huércal-Overa) Fuente del Marqués. Almajalejo.	Estrato-cristalino.	

## TRIÁSICO (1)

ATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS FÓSILES CARACTERÍSTICOS

PARTICULARIDADES

Estratos muy plegados. Como regla general. Calizas magnesianas, recubiertas por margas con yesos y lechos delgados interpuestos de areniscas.

Areniscas rojas micáceas apoyadas sobre margas yesosas con eflorescencias y manantiales de cloruro sódico.

Margas irisadas, margas yesíferas alternantes con areniscas y superpuestas calizas dolomíticas.

Margas yesosas y salíferas entre areniscas.

Calizas dolomíticas negruzcas en capas casi verticales.

Areniscas, margas y calizas.

(1) Que algunos geólogos las suponen también triásicas.

(1) Barrois y Offret establecen la siguiente división en los sedimentos triásicos de la región Andaluza: Calizas azuladas de Gádor (Mus-

chelkalk) y dolomías blancas de Lenteji (Keuper)

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACEN	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Almería	Sierra de los Algibes (Extremo Oeste)	Micacitas.	Calizas cavernosas y filadios arcillosos.		
	Ramblas del Puerto y Turre	Pizarras cloacas y talco de varios colores.	Calizas.		
	Sierra Cabrera; Cueva de las Vacas y Cerro de las Minas.	Pizarras e brianas con fuertes inclinaciones.	Bancos de calizas casi horizontales.		
	En el cerro de la Mata y el del Moro manco; en la Fuente de Mojácar, en Larraez y el Pozo Cepero; en la Rambla del Agua del término de Carbonera con minerales de hierro.	Id. id.	Se repite el mismo material.		
	En la Cueva del Pájaro, el Cortijo de Sopalmo, en los prados de Cortetes.				
	El pie de Sierra Cabrera por el SE.; desde la cumbre del Castillo hasta el Barranco de Turre. Forman también las cumbres de la Risca, la Faina; cerros de Albox, de la Trocha, del Picazo, de la Mezquita, del Llani-co de la Molata, del Puerto y del Cerrado de Teresa.		Avanzan las mismas calizas.		
	Hacia el Noroeste, García el Alto y por el Norte hasta la Cueva de Almagrera.	Micacitas gran tiferas.	Calizas semejantes.		
	Sierra Alhamilla	Pizarras e brianas.	Calizas id. coronan las cumbres inferiores.		
El cerro de Maciscuela de Turrillas al S. de Joluque (término de Tabernas).		Las mismas.			

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y EXSTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Almería.	Hoya de Turrillas, cumbre de Culataiví; Cerro de Gallarda.				
	En la umbría de Perales, término de Turrillas; cerros de Maciscuela, del Caballo y de los Tiestos, Piedras del Águila y de Arrieta, Barranco del Moro y Peñón del Minuto; en Huebro y en Níjar.		Calizas en escarpados y grandes declives.		
	Barranco del Rey, término de Pechina, sobre el nivel de los Baños de Sierra Alhamilla.	Pizarras cambrianas.	Dolomías arcillosas amarillentas y las brechiformes negruzcas.		
	Barranco del Infierno.	Íd.	Calizas ferruginosas.		
	Inoz y Sierra Cabrera.		Calizas amarillentas con yesos.		
	Sierra de Gádor		Pudingas en la base y sobre ellas arcillas rojizas negruzcas, que se ocultan bajo el terciario en el barranco de Alcolea. Areniscas rojas en la parte opuesta del barranco y sobre ellas calizas dolomíticas ferruginosas y otras silíceas; después areniscas pizarreñas, arcillas pizarreñas verdosas, caliza dolomítica con vetas de espato calizo.		Este manchón de triásico fué muy discutido desde 1825 por Amar de La Torre, Naranjo, Pellico, Bottella, Gonzalo Tarín, Maestre y otros.
			Entre estas las hay pizarreñas fosilíferas.	Miophoria loevigata M. Goldfusi Avicula Browni, etc.	

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y EXTRACTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Almería.	Gádor, vertiente oriental de la Sierra de Gádor, cuyas aguas vierten a la orilla derecha del Andarax; es decir, hacia la derecha del surco abierto entre la expresada Sierra y la Alhamilla.		e destaca un conjunto de capas pizarreñas, filadíos y arcillas muy descompuestos dando lugar a las láguenas y sobre éstas capas calizas pizarreñas tabulares o dolomíticas. Hacia el Este se le superponen calizas blancas o amarillentas con fósiles terciarios, travertinos y conglomerados y en el fondo o sea la zona más baja cuaternario.	Las pizarras y filadíos, según Mallada y la Comisión de los terremotos, son cambrianas. Según Tarín triásicas.	
	Cerro de la Ermita y barranco del Carcao (1).		alizas pizarreñas y margas irisadas en lechos delgados (Keuper).		
	Canjáyar y Ohanes		l mismo terreno en diversas manchas.		
Granada.	En las Sierras de Baza y Gor en sus coronamientos o en los afloramientos de los estratos.	Estrato cristalino.	alizas negruzcas terrosas duras o quebradizas azulas o blancas.		

(1) La Comisión francesa para el estudio de los terremotos de Andalucía, admite las siguientes divisiones para los terrenos al Sur de Sierra Nevada: *A* pizarras satinadas y pizarras con cloritoide del tramo de Motril; *B* pizarras, yesos, areniscas, calizas dolomíticas amarillas del tramo de Albuñol; *C* calizas azules del tramo de Gádor; *D* calizas dolomíticas blanquecinas del tramo de Lentegí. La caliza gris azulada hojosa es la que ha suministrado al Sr. Gonzalo Tarín fósiles triásicos y la dolomítica que la recubre constituye la roca de caja o roca madre de los yacimientos de plomo de Sierra de Gádor.

El tramo de Gádor es el Muschelkalk. Las superiores a éstas parecen del lias. Las pizarras satinadas y las de cloritoide tramos de Motril y Albuñol son indeterminadas. Haussman las supone cambrianas. La concordancia aparente de esas pizarras con las calizas triásicas y la semejanza de las satinadas con las rocas alteradas de los Alpes occidentales, no justifican su agrupación con ellos. Son anteriores a los filones cuarzosos y granulíticos que las atraviesan con anterioridad al Hullero.

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Granada.	Al Este de Freila y en las de Oria y Lúcar, Pozo Iglesias y entre el terciario de Cúllar a Baza.	Estrato cristalino.	Las mismas calizas.		
	Vertientes occidentales de Sierra Nevada.		Triásico (Tramo superior).		
	Huétor.	Pizarras micáceas.	Arenisca roja.		
	Alfácar.	Id.	Conglomerados de cemento rojizo.		
	Quéntar y Cañada de Andrés González; Loma de Aguas blancas, Ramblas de Venta Quemada, El Molinillo, Los Dientes de la Vieja, al E. de Güevéjar, en el Vallejo de Calicasas.		Calizas variadas de facies uniforme.		
	Durcal, el Cerro del Caballo y Padul.		Calizas dolomíticas gris-azuladas o rojizas.		
	Camino de Neveros, Peñón de San Francisco; entre Genil y Monachil; entre Guéjar y Genil, Sierra Harana, Santillán, Diezma, Orduña.		Las mismas calizas.		
	Aldea Tocón y La Peza.	Estrato cristalino.	Calizas con pizarras arcillosas, micáceas o sericitosas (1).		
Entre La Peza y Lugros.		Calizas, areniscas y margas de colores vivos en lechos delgados.			

(1) Las calizas son triásicas, las pizarras cambrianas o estrato-cristalinas.

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Granada.	La Calahorra		Calizas y pizarras con filadidos y areniscas.		De dudosa clasificación. El Cerro de Alquife en donde arman los célebres criaderos de hierro está compuesto por calizas marmóreas que se ocultan bajo el diluvial tendiendo hacia el Norte.
	Notaez y al Norte de Torbiccón		Calizas semejantes con cinabrio y carbonato de cobre.		
	Desmontes de la carretera de Tablate y Lanjarón; y entre Lanjarón y Órgiva.		Calizas.		Estas pertenecen al estrato cristalino; y se han clasificado como triásicas.
	En toda la faja de este terreno de la falda meridional de Sierra Nevada que cruza por el término de Cástaras, Nieves, Nari-la, Timar y Yegen; entre Ugijar y el río Válor.		Las mismas.		
	Sierra de la Contraviesa y Murtas, Loma de los Almiaras del término de Turón; Albuñol, cumbre de los Cristales, Los Gálvez, Afornón y Albondon.		Id. id.		
	Mairena		Conglomerados cuarzosos.		En todos estos parajes los pliegues son tan repetidos y las fallas tan numerosas que resulta un entremezclamiento de los materiales triásicos con los cambrianos que dificulta su diferen-
	Sierra de Lújar; al NE. hacia Ferreirola por ambas márgenes del río Cadiar.		Calizas cavernosas y dolomíticas.		
Entre Órgiva y Rubite, Alcázar y Bargis.		Pizarras y calizas.			

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Granada.	Sierra de las Guájaras, Peña del Águila, Llanos de las Ventas de Marina y el Fraile; en las lomas de Jolúcar, Cerro del Conjuero de Castel de Ferro y de Calahonda.		Calizas y dolomías.		ciación y deslinde de las zonas que unos y otros ocupan.
	Itrabo, Lentejí, Sierra Almirajara, el Molinillo, Cortijo de Guadalhama; Almuñécar, Cruce del camino de Sayena con el de Almuñécar a Granada. Desde Almuñécar al Cortijo del Prado y Motril; en Gualchos; Fuente del Moral y rambla de Pantalón, Cerro Gordo, el Cortijo de la Nade; la Cumbre del Toro; Vélez de Benaudalla y entre Lanjarón e Izbor.		Materiales conteniendo fósiles típicos.	Género Megalodon.	En lo alto de la loma de Jolúcar las calizas triásicas forman un sinclinal cuya otra rama corona la cumbre del Conjuero en la que arma el célebre criadero.
	Cortijo de Morillo, Loja		Areniscas rojas micáferas, caliza dolomítica y margas pizarreñas.		Mallada dudaba respecto a la edad de las calizas dolomíticas sacaroideas de Avenoraiza que a veces contienen micas transformándose en cipolinos y alternando con pizarras talcosas.
	Villanueva de Tapia, confines de Málaga. Entre Loja e Iznajar (Córdoba).		Areniscas casi verticales.		El más extenso manchón corresponde al campo de Loja. En él se encuentran restos de pizarras y arcillas pizarreñas muy descompuestas que parecen ser más antiguas. La alteración experimentada se ha atribuido al contacto de asomos dioríticos; pero las mismas rocas hipogénicas se presentan en el contacto de materiales jurásicos fosilíferos, que ofrecen débiles muestras de metamorfismo. Es muy probable que sean materiales mucho más antiguos que el triásico.
	Barranco de Godínez al pie de los Hachos de Loja.		Margas verdes y rojas con yeso y sal.		
	Castriel.		Areniscas rojas y margas abigarradas.		
	Vertientes de Sierra Elvira, Pinos Puente y Atarfe.		Areniscas, calizas y margas.		
			Dos isleos de margas abigarradas yesíferas.		



Este cuadro como los que incluiremos después para toda la estratigrafía de la región, no pretende ser un índice completo sino más bien un resumen del resultado de las observaciones llevadas a cabo por algunos geólogos españoles y extranjeros.

Hecha excepción de casos especiales, que hemos comprobado nosotros directamente, nos atendremos para garantizar la exactitud de los antecedentes incluidos, al crédito universalmente reconocido a dichos señores por su práctica y sus conocimientos.

Cuando estos manifestaron sus dudas, nosotros nos atuvimos a nuestros modestos juicios, que no intentan sancionar cuestiones, sino aportar elementos para alcanzar la solución más apropiada.

La forma en que los expresados antecedentes han sido agrupados, nos facilita su examen. Resulta de éste en primer lugar la carencia de fósiles que en esta provincia estratigráfica ofrecen los materiales triásicos; los cuales en la zona inmediata a la costa están representados solo por calizas dolomíticas magnesianas, grises, azuladas, negruzcas y amarillentas, que en muchos puntos se convierten en carniolas, y que corresponden al segundo tramo; es decir al Muschelkalk (1). Las pizarras cristalofilianas subyacentes más o menos alteradas son los materiales objeto de discusión.

Los depósitos situados al Norte de esta primera zona contienen también materiales del primero y tercer tramo, lo cual acusa tendencia a la oscilación del terreno subya-

(1) La facies es indudablemente de calizas mesozoicas antiguas cuya semejanza con las de Gádor es indiscutible y éstas fueron clasificadas porque contienen fósiles característicos.

cente al triásico cuya tendencia originó en dicha primera zona meridional la regresión del mar en los dos citados períodos, y la ausencia de los materiales correspondientes a éstos.

La sedimentación de dichos materiales en isleos alineados o en fajas paralelas a los ejes anticlinales de la Cordillera Bética, viene a confirmar aquella tendencia al plegamiento o embovedamiento del terreno base del triásico seguidamente a los movimientos hercinianos.

Los isleos comprobados son de pequeña extensión y muy multiplicados, sobre todo si comprendemos los estratos cristalinos subyacentes en el terreno primitivo, porque entonces aquellos isleos, es decir, las calizas, quedan reducidas a los coronamientos de las colinas altas o bajas, y resultan en número comparable al de éstas. Las soluciones de continuidad que aparecen, se deben al derrumbamiento anterior a la época terciaria, cuyas capas se ven recubriendo tanto a las calizas mesozoicas como a las pizarras primitivas.

Hemos de tomar como término de comparación el tipo normal. Considerando los materiales triásicos por su procedencia u origen, comprobaremos que los de formación *continental* están representados por areniscas y conglomerados de origen fluvial.

Son formaciones *lagunarias* las margas irisadas, cuya facies se observa, no solo en el triás superior, sino en el medio y el inferior. La sal y el yeso aparecen entre ellas con frecuencia. Se les intercalan también bancos de calizas dolomíticas, que la descalcificación transforma en los afloramientos en dolomías cavernosas o carniolas.

Las formaciones *neríticas detriticas* son areniscas con restos de gasterópodos, esquistos y areniscas con peces; arcillas con gasterópodos y lamelibranquios, y margas con

ostreas. Entre las *organógenas*, calizas fitógenas y calizas con zoantarios o crinoides; lumaquelas y calizas con braquiópodos.

Las *bathiales* se componen de calizas nodulosas y compactas con cefalópodos, que alternan con capas margosas; calizas rojas en masas poco fosilíferas con conchas de cefalópodos, gasterópodos, lamelibranquios y braquiópodos (1).

La sucesión de los materiales que componen el triás germánico que puede tomarse como tipo clásico, es la siguiente:

TRÍAS inferior o Buntsandstein (Werfeniense).

Esquistos arcillosos rojos muy fusibles.

Areniscas de grano fino con bancos de caliza oolítica.

Areniscas groseras sin fósiles.

Arcillas rojas o verdes con yeso y dolomías (Roth).

TRÍAS medio o Muschelkalk (Virgloriense y Ladiniense).

Capas calizas y dolomíticas compactas en bancos regulares alternando con capas gredosas o margosas con intercalaciones de formaciones lagunarias, que ofrecen grandes superficies en que aparecen el yeso y la sal gema.

TRÍAS superior o Keuper (Carniense y Noriense) que es exclusivamente lagunario y se compone de arcillas irisadas con yesos y sal gema; alternando con dolomías y areniscas.

Como vemos, por ninguna parte aparecen las rocas cristalofilianas, pizarras micáceas o sericitosas, calizas marmóreas, etc. que en su origen pudieran ser rocas com-

(1) Emile Hauf. Tomo II fascículo I.

pactas o terrosas como sedimentos mesozoicos fundidos y cristalizados después por descenso a la profundidad en que ejerce enérgicamente su acción el metamorfismo.

Pero existe en los Alpes occidentales un tipo anormal que denominaríamos *trías cristalino* que ha sido el punto de partida fundamental para los que dan al triásico de estas tres provincias una extensión excesiva.

La serie comienza allí por cuarcitas; después siguen (Grezzoni) dolomías o calizas con *Coenothyris vulgaris*, *Spirifera trigonella*, etc. que representan el triás medio y por fin dolomías muy potentes con *Worthenia solitaria*, *Gervilia exiles* y otros fósiles característicos, en las cuales se intercalan los *mármoles de Carrara*.

El werfeniense del Tirol meridional se divide según Richthofen en los dos tramos siguientes;

CAPAS DE SEIS: conglomerados en la base, *esquistos verdosos micáceos*, calizas margosas y dolomías con *Posidonia Clarai*, *Myophoria laevigata* y otros fósiles.

CAPAS DE CAMPIL: *esquistos rojos* o *gris micáceos* con intercalaciones de areniscas y calizas margosas fosilíferas con yeso y sal.

Y parece venir más en apoyo de aquéllos que incluyen en el triás las capas cristalinas de su basamento, el tipo también anormal del permiano en los Alpes, que consiste en una serie de capas cristalofilianas que se las ve convertirse hacia el oeste, dentro de un mismo horizonte en areniscas antracitosas del permo-carbonífero, y otros sedimentos permianos ordinarios que en sentido opuesto se convierten en *gneis* y en *micacitas* (Vernoise, Mont Rose etc.).

La serie de los esquistos satinados que vienen con rocas verdes: esquistos calcáreos, *micacitas*, *pizarras cloríticas* y *sericitosas* con *Avicula exilis*, *Turbo solitarius*,

*Belemnites paxillosus* han sido clasificados por Mr. Terrier como triásicos.

En Bretaña el metamorfismo de contacto ha producido gneis a expensas de materiales diversos de la serie que alcanza hasta el carbonífero.

Los filadidos satinados de los Alpes se tuvieron en un principio por paleozoicos o antepaleozoicos; pero se ha visto por fin claramente que son materiales mesozoicos y terciarios.

Los sedimentos carboníferos y permeanos que forma el arco paralelo al borde interno de la zona del Mont Blanc ofrece también rocas *semi cristalinas* o *transformadas en esquistos gneísicos*.

En un corte del Simplón aparece el triás representado por calizas dolomíticas, *mármoles cristalinos*, yesos y *esquistos sericitosos*; y el Jurásico por *esquistos satinados*, *esquistos sericitosos granatíferos*, *esquistos calcáreos* y *calizas cristalinas*.

Las rocas que nosotros consideramos constitutivas del estrato cristalino, desde las pizarras arcilloso micáceas, hasta las micacitas que es el horizonte más profundo de aquél sistema de los que asoman superficialmente, han sido confundidas repetidas veces con los materiales triásicos, porque estos últimos de estratificación muy confusa casi siempre, suelen aparecer en concordancia con los primeros; porque los tramos correspondientes a las margas y areniscas faltan por grandes extensiones en la mayor parte de estos isleos; porque las coloraciones violadas verdosas y amarillentas de los esquistos micáceos, cloríticos y sericitosos cuando estos se descomponen suelen parecerse a las de las margas irisadas, y por último por la existencia en ciertos lugares en que se muestra el Triásico de materiales cristalofilianos producidos por

metamorfismo regional como los que acabamos de dar a conocer que aparecen como prolongación de los estratos de aquél en el mismo horizonte geológico.

Pero aquella concordancia es solo aparente; los esquistos en cuestión se presentan muy plegados, con ondulaciones variadas y repetidas y al contacto de las calizas, son casi siempre terrosos. En algunos puntos existe casualmente coincidencia de rumbos y buzamientos; pero son numerosos los casos en que los esquistos uno de cuyos grados de descomposición lo constituyen las láguenas, buzan muy distintamente que las calizas que se les superponen en ocasiones hasta ortogonalmente; las primeras casi verticales, las segundas con 25° a 30°. Los cambios de coloración de las pizarras cristalinas como los de las margas irisadas, no son un carácter decisivo; proceden de cambios de composición, originados por metamorfismo químico en una zona superficial o profunda, que no es peculiar de estos materiales y que en las primeras se ha originado probablemente en época relativamente moderna, no teniendo relación alguna con su origen.

La ausencia tan frecuente de los tramos primero y tercero que se pretende sustituir con estos materiales cristalinos es perfectamente conocida; y Emile Haug dice como rasgo general de su tectónica que el Muschelkalk se ha depositado en el curso de una ingesión sobre el emplazamiento de las cordilleras caledonianas y armoricana-varisca. Las margas irisadas superpuestas, materiales siempre muy deleznales, han podido desaparecer por derrubiamiento, cuando las circunstancias han sido favorables.

• No hemos de negar la posibilidad de tropezar con materiales triásicos de textura cristalina; pero los casos aducidos de esta especie, son excepcionales, propios de una

región sumamente quebrada y revuelta en que el metamorfismo de profundidad y de contacto y las acciones mecánicas han alcanzado una intensidad extraordinaria, casi incomprensible, y no son comparables con el de estos materiales cristalofilianos que siempre con gran uniformidad bajo las calizas y dolomías triásicas aparecen a lo largo de la costa desde Cabo de Palos, extremo oriental de la provincia de Murcia, hasta la falla de Motril-Zafarroya, límite occidental de la provincia estratigráfica y metalogénica que estudiamos, sin que en ninguna parte, ni siquiera dudosamente, se haya visto ese tránsito dentro de un mismo horizonte de unos materiales a otros; de los influidos por el metamorfismo a los que han conservado su naturaleza y textura primitiva. Concepción lógica e indiscutible es aquél principio estratégico de Nougés, que nuestro inolvidable Jefe Sr. Adaro en sus apuntes sobre los Hierros de Asturias, recuerda a propósito de la dificultad de establecer semejanzas o diferencias entre rocas diversamente afectadas por el metamorfismo: *que el sincronismo de las capas no puede establecerse sino por su mutua prolongación lateral.*

Los que admiten el sincronismo de esos materiales con los característicos del terreno triásico en los ejemplos típicos que hemos citado, encuentran con una gran persistencia formaciones calizas en formas lenticulares con potencias muy variables de 30, 50 o más metros hasta 0'15 o 0'20 metros; de textura cristalina sacaroides con fajas paralelas muy próximas que ofrecen gradaciones de espesor y de intensidad de color gris azulado siempre; que contienen hierro, clorita y en algunos puntos mica, interpuestas entre las pizarras supuestas triásicas, micáceas o sericitosas, en estratificación concordante con éstas, por cuya especial circunstancia les es forzoso clasificar de triásicos

también estos mármoles o calizas marmóreas (1).

Pero todas las pruebas prácticas que, a nuestro modesto entender, pueden aducirse, abonan de manera indubitable nuestra creencia de que estos discutidos materiales sólo al estrato cristalino pertenecen.

Pasan por gradaciones insensibles por descomposición de todos sus elementos cristalinos a la roca originaria o sea a los esquistos micáceos y chistolíticos y a las micacitas, nunca en el mismo horizonte y siempre en sentido transversal a la estratificación de aquellas rocas y con la misma coloración. Aquellos materiales aparecen siempre en contacto de las calizas dolomíticas y se limitan inferiormente por superficies irregulares con las pizarras sericitosas y las cuarcitas, blancas verdosas o amarillentas formando un todo compacto y textura homogénea (2).

Cuando la estratificación de éstas es vertical, las diferencias de coloración se extienden por fajas según los planos de junta o siguiendo las fracturas, como si el agente de alteración las hubiera alcanzado por dichos puntos. Es pues evidente que uno y otro material es el mismo,

(1) Este nivel calizo aflora en la zona de Cabo de Palos entre las micacitas, al pié del cabezo del Sabio; en la falda Norte del cabezo de la Higuera y la de Poniente del puntal de Uncos; en el cabezo de Simarro, Enmedio, y del Mármol del Rincón de San Ginés; se comprueba su existencia por labores mineras en toda la zona del Gorguel. Se reconoce también en Perín (al Oeste de Cartagena) en la Sierra de Almenara y el Valle de Morata; en Bédar y en Sierra Alhamilla; en la de Filabres y toda la Sierra Nevada; siempre en el mismo nivel estratigráfico, en la misma situación respecto a las calizas triásicas y siempre con el mismo carácter, composición y textura.

(2) En el estudio que estamos haciendo de los criaderos de la Sierra de Cartagena, La Unión y Cabo de Palos, insistimos sobre este mismo tema con mayor suma de antecedentes y más al detalle. (Análisis químico y micrográfico de las rocas recogidas en más de 1.160 puntos distintos).

diferenciado por un grado mayor o menor de metamorfismo químico.

En cualquier parte en que las calizas se superponen a las pizarras cristalinas aparecen las láguenas, sin embargo, la roca originaria es unas veces la micacita y otras la pizarra chastolítica.

Entre las pizarras sericitosas o las micacitas, aparecen los mármoles o calizas cristalinas concordantes con ellas en la forma y con los caracteres ya dichos.

Estas calizas son contemporáneas evidentemente de las pizarras que los envuelven y son por lo tanto estrato cristalinas.

Se hallan en la zona meridional y principalmente en la provincia de Murcia a una distancia vertical de 50 a 100 metros inferiormente a las calizas magnesianas o carnio-las triásicas, y es imposible demostrar como el metamorfismo de profundidad que hubiere transformado los materiales triásicos primitivos, y los mármoles entre ellos, ha podido respetar a aquéllos a tan corta distancia.

Aun dando a este fenómeno la extensión que le da De Launay en su obra "La Ciencia Geológica", diciendo que, «el tipo gneis y micacitas es una simple facies de metamorfismo que no supone por sí sola ninguna edad determinada, sino que indica una cierta profundidad original en una zona influida por los magmas graníticos, pudiendo este tipo representar, en la misma región, terrenos de todas las edades.»

Las alteraciones serían graduales y alternativas y en muchos puntos siguiendo el horizonte, aparecerían las margas, las areniscas y las calizas primitivas que dieron lugar a estos materiales, y repetimos este concepto porque es para nosotros de un gran valor demostrativo; pero sin una excepción, con una absoluta homogeneidad de fa-

cies, sin interrupción alguna dentro de los isleos triásicos, la mayor parte de las veces calizas que yacen sobre el estrato cristalino; y sobre los horizontes marmóreos intercalados entre las capas de este último, cuando estos aparecen; en una extensión superficial de más de 250 km. de desarrollo de Este a Oeste entre los puntos antes citados, sin que aparezca, ni al extremo, ni en ningún punto intermedio, el tránsito entre las calizas magnesianas amorfas y las cristalinas, las margas irisadas y las láguenas, o las pizarras sericitosas o talcosas; es decir, ni un solo caso semejante a los que han servido para sugerir este, en nuestro concepto, erróneo supuesto.

Cuando estas transiciones o cambios por metamorfismo llegan a ser reales, es en reducidas extensiones de algunos metros como aureolas envolviendo los asomos de rocas hipogénicas, ofitas, dioritas o andesitas de que el triásico de esta región está sembrado y que rara vez se traduce en cambios a la textura cristalina.

Existen algunos otros fundamentos para el primer supuesto que merecen ser tenidos en cuenta: la presencia de rocas verdes interpuestas en las pizarras, en absoluto semejantes a las que asoman repetidamente entre los materiales triásicos, circunstancia de fácil explicación; porque se trata de magmas de muy homogénea composición, que antes de alcanzar el triásico, han atravesado necesariamente el estrato cristalino, y el espesor de las calizas que quedan hoy en testigos o isleos, como únicos representantes de aquella formación, y las pizarras coloreadas que aparecen en su yacente, corresponden a profundidades muy poco diferentes que no justificarían un cambio de textura y composición de aquellas rocas.

Mucho se ha hablado también de las calizas triásicas y de su carencia de fósiles, circunstancia que concuerda

con el mismo carácter de las pizarras cristalinas y parecen justificar su enlace o dependencia de unas y otros; pero quizá el examen micrográfico de las mismas, no se ha aplicado con bastante extensión para descubrir el carácter orgánico de las calizas; y los fenómenos de metasomatose a que han estado sometidas; la decalcificación, la disolución y remoción de sus elementos que les da en muchas ocasiones un carácter de compacidad extraordinario que hace difícil descubrir la estratificación, son motivos bastantes para borrar las huellas de los restos orgánicos que en su origen seguramente contendrían.

Todos estos antecedentes nos obligan a incluir a los materiales tan discutidos en los terrenos azoicos o a lo sumo en el precambriano.

A manera de apéndice de esta disertación habremos de repetir aquí algunos antecedentes ya dados al describir el macizo montañoso de Filabres, sobre el Triásico de Sierra de Bacaes, por las particularidades que ofrece y que parecen hacer una excepción de este isleto triásico de los comprendidos en nuestro estudio.

El expresado terreno se apoya también en este paraje sobre las pizarras cloritosas, y se compone de conglomerados de grano fino amarillentos con cemento calizo y algo silíceo que envuelve fragmentos de guijarros, cuarzo, micacitas, cipolinos, pizarras cloritosas y trozos de dioritas. En algunos puntos el conglomerado hace tránsito a areniscas amarillentas rojizas.

Apoyándose sobre ellas se ven filadios arcillo-talcosos de colores verde, azul y rojo entrecruzados de vetillas de cuarzo blanco lechoso o rojizo de facies estrato cristalina, y sobre estos, calizas tabulares blancas o gris azuladas, alternando con pizarras margosas en lechos de algunos deci-

metros, muy probablemente triásicas. Después dolomías grisáceas del mismo sistema, amarillentas rojizas, muy duras y tenaces, con vetillas de calcita. Las hay de color negruzco y ofrecen masas de yeso y nudos de galena con cuarzo y fluorina y también calaminas en grietas rellenas de arcilla y detritus de rocas.

Es indudable que las capas de pizarras talcosas que forman por alteración láguenas, se superponen a los conglomerados que se clasifican como triásicos, en espesores de más de 90 m. y como consecuencia inmediata se debe deducir que aquéllas son igualmente triásicas.

Observaremos sin embargo que los detritus de dioritas que forman parte de los conglomerados, proceden de rocas que se ven atravesar el triásico, y por lo tanto que son más modernos que éste y con mayor razón lo serán los sedimentos de que forman parte; debieron aparecer, por consiguiente, encima y no en la base de aquel terreno. De ser esto así habría que admitir que su posición es debida a un accidente geológico, y en tal caso, las pizarras talcosas podrían ser como en el resto de la región, estrato cristalinas, y las calizas y margas superpuestas serían los únicos sedimentos triásicos.

En efecto, las repetidas pizarras talcosas se encuentran muy disgregadas y revueltas en toda la escarpada vertiente Norte así como en las porciones menos elevadas de los barrancos de Bacaes, de Herrerías y otros. Se acumulan en grandes espesores como si fuesen materiales resbaldados de las cumbres, y presentándose en muchos puntos en situación aparentemente inestable. Dichos materiales y las calizas que se les superponen han podido recubrir los conglomerados y estos depositarse en ciertas porciones sobre las pizarras cristalinas; es decir en aquéllas en que la denudación hizo desaparecer los materiales triásicos.

Reconocemos que esta explicación necesita un minucioso examen de aquellos terrenos. Ahora bien, nos inclinamos a creer que esos conglomerados son más modernos que las calizas triásicas que forman su base, pues la posición relativa de una capa en terrenos tan dislocados, no debe ser nunca un carácter decisivo.

La mayor parte de los criaderos minerales existentes en estas dos provincias y la casi totalidad de los hierros que se estudian en esta memoria, se comprenden en el mismo contorno o en las estribaciones de aquellos dos citados macizos montañosos a saber:

Los criaderos de hierro de los Baños de Sierra Alhamilla, Níjar, Lucainena, Turrillas, Culataiví y Alfaro en Sierra Alhamilla, estribación meridional de la de Filabres; Polopos y Carboneras en Sierra Cabrera comprendida en el mismo macizo. Lubrín, Bédar, Atalaya y Coscojares, SE. de la Sierra de Filabres, Charches, Huéneja, Calahorra, Fiñana y el Tesorero en Sierra de Baza, en su porción Oeste; Macael, Serón, Baccas, Alcóntar y Laroya en la misma Sierra de Filabres; igualmente en Gérgal, Olula de Castro y Tabernas, Darrical, Berja, Coto Olmos, los Pelados y el Calabral de la Sierra de Gádor, estribación por el Sur de Sierra Nevada; Alboloduy, Canjáyar, Beires, Paterna, Busquístar, Láujar, Alquife y el Cerro del Almiraz en las vertientes de esta misma.

Dentro de la región se comprenden los criaderos de plomo de Cóbdar, Huétor Santillán, Dilar Quéntar, La Peza, Baza, Gádor y Sierra de Lújar, los de Molibdeno en Padul, Quéntar, Dilar, Monachil, Guéjar Sierra y La Peza; los de cobre de Capileira, Guéjar Sierra, Jéres, Lanteira, Aldeire y Huétor Santillán; los yacimientos de calamina de Baza, Monachil, Dilar y Guéjar Sierra; por último los de mercurio al Norte y Mediodía de Sierra Nevada,

Dilar, La Calahorra, Aldeire, Ferreira y Huéneja.

Nos ocuparemos más detenidamente de estos criaderos al tratar de la metalogenia del Hierro y en general de la región en que se sitúan sus yacimientos.

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Almería	<b>TERRENO ALUVIAL</b> Almanzora; rambla de Almería; desde Gádor hasta el mar, ramblas de S. Urbano, las Amoladeras, Retamar, y Morales; al Sur de Gérgal; SO. de Oria; entre Partaloo y Sierra de Enmedio; entre Roquetas y Adra; ramblas del Boquerón, Adra (1) e inmediaciones de Berja.		Arenas y gravas, arcillas y margas sabulosas, calizas concrecionadas y tobas.		
Granada	Salobreña y Motril; Almuñécar; Órgiva; Ugíjar.		Ídem ídem		
Almería	<b>TERRENO DILUVIAL</b> Desde Vélez Rubio a la provincia de Granada, entre las Sierras de Periate, María, Maimón y de las Estancias.		Cantos sueltos bastante rodados de filadios, calizas y cuarzo y sobre todo arenas y arcillas amarillentas o rojizo parduzcas, con el carácter de materiales removidos y con indicios de estratificación.		Según Cortázar. Esta primera banda tiene un ancho de 2 a 3 Km.
Ídem	Al Sur de la Sierra de las Estancias		Gonfolitos compuestos de elementos de rocas metamórficas con cemento arcilloso calizo, de color rojo y en lechos de gran grueso que alternan con maciños. En la base arcilla roja.		2.ª banda con un ancho de 1 Km. y un espesor que excede de 40 m.
Ídem	Los Terreros y Águilas		Conglomerado de cantos de		

(1) La rambla o río de Adra, que es punto de salida de las aguas de la parte central de Sierra Nevada, es una de las más acentuadas fracturas de la cordillera. Fractura Norte Sur que separa la sierra de Gádor de la Contraviesa y es aproximadamente el límite de las dos provincias estudiadas.



PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y EXSTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Almería	Al Este de Águilas	Estrato cristali- no.	pizarra cristalina, caliza y cuarzo unidos por arcilla fe- rruginosa.	Ostreas Helix campesina, Cyclostoma mauritánica.	Es dudoso el origen de estos materiales que algunos han clasificado como pliocenos.
Íd.	Ramblas de Perea, del Saltador (Huércal- Overa;) el Portillo del cerro Minado.		Brechas y conglomerados y entre ellos arenas de grano grosso y arcillas amarillas duras y compactas.		Ídem ídem
Íd.	Confluencia de la rambla de Almajalejo con el río Almanzora.		Arcillas calcáreas blanqueci- nas con cantos angulosos de pizarras, cuarcitas y calizas.		Ídem ídem
Íd.	Herrería de Montroy y Cortijo de Salas, Sie- rra de Lúcar.	Estrato cristali- no.	Arcillas rojas sabulosas con elementos angulosos de mi- cacitas y calizas		Ídem ídem
Íd.	Rambla de Gérgal	Estrato cristali- no.	Tierras arcillosas y pedrego- sas que se amoldan a la su- perficie del terreno.		
Íd.	Cerro del Hierro, Tajos de Buendía y ver- tientes de la Sartenilla, Sierra Alhamilla.	Estrato cristali- no.	Brechas calizas con fragmen- tos de hematites de los cria- deros próximos.		
Íd.	Campo de Dalías, entre Almería y la costa.		Brechas de cantos triásicos desprendidos de las ver- tientes inmediatas de Sie- rra de Gádor.		
Íd.	A lo largo de la costa de Adra	Estrato cristali- no	Bancos rojos, arcillosos y pe- dregosos		

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Granada	Llanura de Guadix, Diezma, Moreda, Puerto del Puntal, Barranco del Anchurón. Cogollos, río de Gor, Zújar y Freila, al pie del Jabalcón. Cercanías de Alicún, cerro del Mencil y Guadahortuna.	Terciario, triásico y estrato cristalino.
Ídem	Darro, Silla de los Moros, parte oriental de Granada, al sur cerca de Armilla y cerro de San Cristóbal. En Ugíjar y Órgiva.	
Ídem	Entre Granada e Iznalloz.	
Ídem	Valle de Lecrín; desde el Padul a Béznar, Gualchos y Rubite.	
Ídem	Cercanías de Albuñuelas.	
Ídem	Las Alpujarras	Estrato cristalino.

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Bancos horizontales de conglomerados de cantos de cuarzo y caliza con cemento rojo ferruginoso, alternando con otros de arenisca rojiza poco coherentes. En otros puntos, según la naturaleza de las Sierras de donde proceden, los cantos son de cuarzo y micacitas.		Se les denomina formación de Guadix.
Cantos del tamaño del puño unidos por cemento terroso rojo ferruginoso.		Drasche le denominó conglomerado de la Alhambra.
Mantos irregulares de guijo menudo, con tierras rojas arcillosas y lechos de travertino terroso.		
Conglomerados de micacitas granatíferas con cemento rojo.		
Mantos de travertino de 5 metros de espesor.		
Brechas de calizas, dolomías cuarzo y pizarra en fragmentos con aristas embotadas, con cemento arcilloso calizo ferruginoso. Al pie de las primeras, recubriendo su contacto con las pizarras. Coinciden con la línea de emergencia de las aguas me-		Opinión de Barrois.

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
	<b>DEPÓSITOS GLACIALES</b>				
Granada	Desfiladero o Garganta de la Estrechura, a 2 kilómetros de Lanjarón.		teóricas cargadas de carbonato de cal que circulan al través de aquéllas, para precipitarse inferiormente en forma de toba o travertino, empastando los fragmentos de las rocas derrubiasdas.  renas y cantos de diversos tamaños con caras estriadas y pulimentadas como morena terminal de un antiguo helero.		Según los estudios de Macpherson.
Ídem	Barranco de Poqueira. Valles de Niqueles y Durcal, desembocadura del río Monachil, Colinas de la Alhambra.		imo y cantos angulosos.		
	<b>PLIOCENO</b>				
Almería	Los Terreros		argas amarillas sabulosas.	Ostrea lamellosa, Pecten opercularis. P. Maximus, etc.	
Ídem	Zurgena y Arboleas		argas azuladas; se les superponen areniscas amarillas.		
Ídem	Partalóa, Barranco del Saladar		Íd.                      íd.	Turritela vermicularis. Balanum tintinabulum.	
Ídem	Sierra de los Manueles, Huércal-Overa, hasta el pie de Sierra de Enmedio en término de Pulpí.		Arcillas y margas azules y sobre ellas areniscas y arenas amarillas alternantes	Ostrea lamellosa, O. comigata, Pecten opercula	

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Almería.	Desmontes de Portillo en la carretera de Lorca.	
Íd.	Entre Pulpí y la Venta del Largo; Cuevas y Vera.	
Íd.	Carretera de Almería, a unos 5 kilómetros de Vera.	
Íd.	Garrucha	

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
con gravas y delgados le- chos de arcillas y por últi- mo conglomerados y bre- chas calizas.	ris y otros va- rios.	
Arenas sueltas y areniscas incoherentes sobre los con- glomerados de cantos cali- zos y silíceos, superpuestos a su vez a arcillas sabulosas con trozos irregulares de margas duras y de color parduzco.		
Calizas toscas que buzan al Oeste; sobre ellas arenisas; después arcillas amarillen- tas y rojas cubiertas por conglomerados calizos; en la base margas azules micá- ceas que pasan en profundi- dad a areniscas margosas muy micáferas.	Nodosaria baci- llum cristellaria Calcar, Globige- rina bulloides, dientes de oxi- rina hastalis.	
La misma formación margo- sa.	Numerosos fósi- les y entre ellos Lithothamnium pliocenicum, Rhyconella bi- partita, etc.	Schrodt dice, que las mar- gas azuladas de Vera y Garrucha son las más ri- cas en foraminíferos de todo el plioceno de An- dalucía: 122 especies de las que el 80 % son glo- biferinas.
Margas de un espesor mayor de 15 metros.	Fósiles muy a- bundantes y va- riados.	

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Almería.	Entre Sorbas y Almería los Callejones, Sierra Cabrera, Cortijo de las Herrerías, rambla de los Torcales, Campillo de Uleila, Sierra Bermeja, Llano de Tabernas, Los Rincones, Lucainena, río Alías. Entre Sierra Alhamilla y la Serrata, Rodalquilar, Níjar.		Conglomerados de caliza dura, negruzca del triásico, alternando con margas oscuras, margas y brechas de colores claros con vetas rojizas. Calizas arcillosas y ferruginosas recubiertas por conglomerados de cemento margoso. Las calizas se suelen sustituir por gonfolitas. Ofrece, según los puntos, numerosas variantes que no tenemos para que detallar aquí.	Restos de ostreas y pecten. Mergetia truncata, Pecten gracilis, Ostrea lamellosa, O. Edulis, etc.	Según Donayre.
Íd.	En la parte Occidental	Estrato cristalino.	Brecha dolomítica de cemento calizo y ferruginoso en la base. Conglomerados de cantos menudos de pizarra y cuarzo y cemento calizo. Conglomerado amarillo de elementos calizos y diorita. Areniscas, arenas y calizas fosilíferas con capas de arcillas y margas alternantes.		Según Botella.
Íd.	Vertiente Sur de la Sierra de Gádor	Triásico.	Arenisca roja terrosa. Brecha de dolomía, arenisca rojiza, marga terrosa amarillenta. Arenisca roja.		
Íd.	Lomas de Bójar		Arenisca, conglomerado de cantos cuarzosos, margas sabulosas y conglomerado tobáceo.	Ostreas de pequeño y gran tamaño y otras bivalvas.	

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Almería.	A la izquierda del Andarax en el cerro de Mahoma.	
	<b>PLIOCENO MARINO</b>	
Íd.	Caniles, Hoya de Baza, Cortijada de Pozo Iglesias hasta el pie de la Sierra Hinojosa.	
Íd.	Entre Cúllar y Sierra de Periate. La Torre-ci-ca y Pago de Perea.	
Íd.	Benamaurel, Cortes de Baza	
	<b>PLIOCENO LACUSTRE</b>	
Íd.	A ambos lados de la rambla de Zújar	Calizas jurási-cas del Jabalcón
Íd.	Alrededores de Baza	
Íd.	Falda septentrional de la Sierra de Periate.	
Íd.	Llanuras de Huéscar	
Íd.	Cortes y río Castril	

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Areniscas ferruginosas fosi-líferas con intercalaciones de arcillas plásticas y de margas yesosas.	Vértebra de Ba-laenoptera.	
Margas yesíferas, mantos de arenas y conglomerados me-núdos superpuestos y so-bre éstos, materiales sabu-losos calíferos.	Cardium edule.	
Arenas calíferas amarillen-tas, y caliza tosca caverno-sa. En Cúllar alternan capas de arcillas grisáceas.		
Arenas finas y margas yesí-feras con lechos intercala-dos de yeso.	Cardium edule.	
Arcillas o margas con lechos delgados de lignito.	Helix Planorbis y Melanopsis.	Según Gonzalo Tarín.
Calizas arcillosas y margas terrosas.	Paludinas.	
Arcillas margosas, arenas blanquecinas y calizas arcil-losas amarillentas.	Helix hispida. Planorbis cra-sus. P. Corneus.	
Limos y arenas calcáreas con capas de caliza.		
Arenas amarillas; conglome-rados calizos; arcillas con lignitos.		

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE
	<b>TERRENO MIOCENO</b>	
Almería.	Confines de Murcia hasta Lívar y Partaloa, cruzando al NO. de Huércal Overa.	Triásico y estrato cristalino en algunos puntos.
Íd.	Inmediaciones de Albox	
Íd.	Barranco del Chorreador, Huércal Overa.	
Íd.	Sierra de Huete, Sorbas y Lucainena	
Íd.	En Albánchez	
Íd.	Purchena	

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
En la base margas fosilíferas con eflorescencias salinas; maciños separados por lechos delgados de arcillas rojas. Maciños de grano fino gris amarillentos. Gonfolitas de cantos gruesos.		Según Cortázar. El espesor es de 60 metros en Partaloa y 225 en el cerro de la Loma. Buzan de 0° a 20°, unas veces al norte y otras al sur.
Arcillas yesosas gris azuladas; margas blanquecinas micáceas; maciños amarillentos y gonfolitas.	Ostrea crassissima.	
Margas rojas y azules con yeso y sal; margas más yesíferas. Arcillas azuladas blanquecinas con maciños amarillentos; maciños fosilíferos de color gris y gonfolitas.	Ostrea corsica. Clypeaster ambigenus, Ostrea crassissima y otros.	
Potente formación margosa con grandes bancos de yeso aflorando hacia el NE. por las yeseras hasta Bédar.		
Arcillas ferruginosas, areniscas micáceas blanquecinas de grano fino con lignito.		
Arcillas azules de la base; conglomerado calizo, caliza tosca blanco-amarillenta.		

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE
Almería	Al NO. de Vera por el valle de Bayabona hasta cerca de la Ermita de San Miguel.	
Íd.	Valle de la Mela, entre Sorbas y Lubrín.	
	<b>MIOCENO MARINO</b>	
Granada	Al pie de Sierra Nevada entre Dilar y Monachil.	
Íd.	Vertientes de Sierra Nevada al E. y NE. de Granada, Pinos Genil. Valle de Aguas Blancas cerca de Quéntar.	Triásico.
Íd.	Cercanías de Cenes Vega, subiendo la cuesta de Genil.	
Íd.	Quéntar hacia Granada, por los desmontes del Canal para las explotaciones auríferas.	
Íd.	Entre Quéntar y Dúdar	Triásico.

NATURALEZA Y EXTRACTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Arenisca dura de grano fino en la base. Molasas blancuecinas. Conglomerados de cantos calizos y cuarzosos.	Clypeaster y Ostrea crassissima. Huesos y vértebras de cetáceos.	
Molasas y margas pardas fosilíferas y conglomerados.		
Capas sabulosas.	Cardita squamosa. entalium Bouei, Turritella subangulata, Pecten Carioplylia.	
Molasa terciaria sobre caliza lacustre que se intercala entre margas grises con yeso fibroso.	Ostrea Velaini. Pecten Subbenedictus, Lithothamnium.	
Bancos de conglomerados de cuarzo, micacitas, calizas y serpentina, algunos de más de un metro cúbico, con cemento, ya margoso, ya arenoso micáceo, ya arcilloso.	Ostrea pecten Cardium y tellina.	
Molasa (helvética) con margas yesosas; margas en alternancia con conglomerados.	Pecten bollo-nensis. Pleuronectia cristatus. Arca diluvii. Conus demisus etc.	
Caliza lacustre, molasa,	Pecten briozo-	



PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Granada.	Escúzar, SO. de Alhendín, Gabia, Cerro del Suspiro del Moro, junto a la carretera de Granada a Motril; entre Granada y Escúzar; entre Loja y Alhama cerca de la Venta de Gema.	Calizas del estrato cristalino.
Íd.	Al NO. de Albuñuelas, al pie de la Peña del Águila.	Filadios cambrianos o cristalinos.
Íd.	Casa de la Abadía, Albuñuelas	Caliza cristalina.
Id.	Cumbre de la meseta que separa Restabal de Albuñuelas.	Pizarras satinadas y calizas cristalinas.
Íd.	Entre Alhama y Arenas	

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
margas sabulosas, conglomerados. Cantos sueltos; brecha más cimentada; bancos sabulosos con lechos y riñones de arenisca. Caliza de coralarios.	os. Dentalium Bouei.	
Molasa calizo arcillo-sabulosa amarillenta en estratos horizontales.	Briozoarios Lithotamnium. Pecten Ziteli. Cidares avenionensis, etc.	
Conglomerado casi horizontal con coralarios; encima calizas coralianas, a las que se superponen margas yesosas.	Cerithium vulgatum y C. mitrale.	
Margas grises. Lumaquela, gonfolitas y calizas sabulosas amarillas.	Corbula carinata. Ostrea gingsensis. Pecten scabriusculus.	
Margas grises; caliza sabulosa, arenas y molasa; arenas finas grises con cantos calizos y conglomerados; tierras rojas con cantos angulosos. (Tortones).	Ostrea gingsensis. O. Maresi, pecten cristatus, Clypeaster insignis. Turritella buplicata, etc.	
Caliza tosea con zoofitos al-		

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Granada.	Entre Alhama y Zafarraya .....	Calizas jurásicas.
Íd.	Íllora y Loja, carretera de Granada a Jaén.	Calizas blancas jurásicas con perforaciones de organismos litorales.
Íd.	Tajo de Alhama .....	Sobrecalizas jurásicas.
Íd.	Entre Hortezueta y Montefrío; en el cerro del Castillo de dicho pueblo.  MIOCENO LACUSTRE	Margas eocenas
Íd.	Entre Arenas del Rey y el Tajo de Alhama.	

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
ternando con arenisca calífera.  Caliza sabulosa; conglomerado calizo o gonfolita.		
Conglomerado de cantos de calizas jurásicas y neocomienses en mezcla con limos rojos.		
Moladas verdes en la base; sigue brecha caliza. Molasa con trozo de pizarras antiguas; conglomerado de cantos redondos; caliza tosca sabulosa; caliza tosca con briozoarios, conglomerado de elementos menudos.	Spondilus crassica. Pecten scabriusculus, cidaris avenionensis. Lithothamnium.	Corte hecho por Bertrand y Kilian.
Margas aquitaniensis, moladas burdigaliensis o calizas toscas sabulosas. Se intercalan algunos conglomerados.	Cidaris avenionensis, Terebratulula Sowerbyi etc.	Según Douvillé. Existe un cierto número de otras pequeñas manchas que no citamos.
Margas yesíferas en la base; margas grises con lignitos; arenas grises y amarillas. Calizas que se hacen margosas en las capas inferiores en lechos delgados grises y fosilíferos: después más silí-	Forbesi, Alnorbis, Mantarenas, Melanopsis infresa.	

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Granada.	En la Venta de Vicario, al pie de la Sierra de Fabar.	Calizas estrato cristalinas.	ceas compactas y blancas.		
Id.	Arroyo de Granada. Afueras de Jayena.		Arenas y conglomerados de cantos de diversos tamaños.		
Id.	La Malá y Agrón		Arcillas con lechos de lignitos; arenisca calífera, calizas y margas alternantes.		
Id.	Al Levante de Güevéjar		Arcillas con intercalaciones de yeso rizado en pliegues pequeños, areniscas micáceas en hojas delgadas amarillas o grises claras.	Bythinia tuba.	
Id.	De Loja hacia Alhama a partir del punto en que se deja la carretera de Granada.	Calizas blancas jurásicas.	Margas grises con yeso. Pizarras arcillosas grises; conglomerados con cantos silíceos; areniscas y arenas; margas grises y areniscas amarillentas calcáreas, margas abigarradas; margas con guijos de pizarras micáceas cuarzo, arenisca roja. Toba arcillosa.	Melanopsis impressa.	
			Conglomerados tortonienses margas yesíferas; calizas grises con hidrobias en lechos delgados, alternando con margas grises; caliza moleña.	Lymnea girundica, Helix y Paludina.	Según Bertrand y Kilian.
Almería	EOCENO Cortijada de Guadalupe	Margas yesíferas triásicas de	Maciños compactos parduzcos en lechos delgados.	Numulites Complanata, N. Loe-	Según Cortázar es el punto donde alcanza mayor

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
		la cañada de Li- zarán.	Arcillas calíferas abigarradas margas fosilíferas. Calizas arcillosas blanquecinas con numulites, maciños pardo amarillentos y rojizos; cali- zas muy cuarteadas.	vigata, N.Perfo- rata, Orbitoides fortinis, Pecten loericostatus y otros fósiles.	espesor (500 m.) Se separan del jurásico por una falla que coinci- de con la vaguada del río María.
Almería.	Entre la Sierra de las Estancias y las de Vé- lez-Blanco y María, en las inmediaciones de Vélez Rubio, Cerros de la Cantera y Al- feitar, Cortijo de la Puerca, Hoya del Mar- qués y cerro del Piar.		Arcillas y-margas de colores claros, calizas arenosas ama- rillentas sin fósiles; margas fosilíferas alternantes con maciños y arcillas sin fósi- les; calizas brechoides y cris- talinas de colores claros.	Numulites, Bo- urgueticrinus Thorenti; Cida- ris Haalensis.	
Granada.	En la parte occidental del Valle formado por las faldas de Sierra de Periate y de la Zar- za.		Margas azuladas cubiertas por calizas margosas rojas y blanquecinas y alternando maciños, arcillas, calizas bre- chiformes cristalinas y are- nosas; cruzadas por litocla- sas abundantes.	Numulites.	
Id.	Cerca de Almasiles, en el cerro del Castillico		Arcillas verdosas rojas y azu- ladas y caliza margosa con yeso; caliza gris rojiza piza- rreña y granuda; caliza com- pacta dura, de fractura des- igual que forma agudas crestas.		
Id.	Hacia la Puebla de Don Fadrique, en el Ce- rro del Moralejo.		Calizas margosas y arcillas con bolsadas de yeso inter- puestas. Calizas de aspecto de arenisca.		

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Granada.	Desde la Sierra de Dobla y cercanías de Campotéjar hasta Alicún de Ortega y el río Grande; y desde el arroyo de Montejícar hasta las Sierras del Piñar y faldas del Mencil.		Calizas granudas semejantes a las de Almasiles; calizas arcillosas compactas semejantes a las liásicas; en otros puntos blancas y delezna- bles.		
Id.	Entre Alicún y Pedro Martínez		Caliza compacta blanquecina en estratos muy trastornados. Entre esta caliza tabular granuda y sabulosa y otra arcillosa, atravesadas por diversos diques de dioritas.	Ostrea crenulata.	
Id.	Camino de Los Trujillos al NE. de Limones y en las inmediaciones de Cortijo Nuevo.		Caliza tabular granuda y sabulosa, asociada a otra caliza pizarreña que hace tránsito a un conglomerado de foraminíferos.	Numulites Ramondi, N. Planulata, Operculina, Ammonea.	
Id.	Al Norte de Montefrío, al Este del mismo pueblo y en la Hortezueta.	Jurásico	Calizas tabulares granudas, a veces silíceas, margas grises con numulites, entre las que se intercalan otras rojas y bancos de lumaquelas de aquellos mismos restos.	Orbitoides Fortisi, Num. Ramondi, N. Granulosa, N. Perforata, y otros.	
Id.	CRETÁCEO Entre Loja y Montefrío y entre Montefrío y Priego. Inmediaciones de Íllora.		Margas rojas y grises duras y margas con concreciones ferruginosas; margas calizas amarillas con amonites, caliza grumosa en un lecho delgado; caliza azulada con tránsito a marga gris gru-	Belemnites Orbiguni, Litoce- ras cuadrilucatum. Phylloce- ras diphillum, Haploceras Gra- si y otros.	Solo está representado el neocomiense y algunos tramos del cretáceo superior. Estudiados por Bertrand y Kilian. En las inmediaciones de

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO SUBYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Granada.	Cerca de Loja entre las Sierras de Zafarraya y Abdalajis. En las Chozas y el Cortijo Azafranero.	Caliza blanca jurásica.	mosa, grandes bancos de caliza azulada; caliza blanca margosa con lechos de margas azules y con amonites.		Montefrío sobre las margas aparecen calizas intermedias entre el Neocomiense y el Cenomanense que vuelven a aparecer en el camino de Loja a Alfarnate y sobre éstas otras gredosas que pertenecen al Senonense con <i>Echinocoris vulgaris</i> .
Id.	Al norte de Sierra Sagra entre el Cortijo de Aguas Altas y Puebla de D. Fadrique.	Calizas jurásicas.	Caliza margosa con pedernal. Arcilla roja y caliza con pedernal intercalado. Margas blancas pizarreñas con pedernal. Caliza compacta azulada en bancos gruesos con margas amarillentas. Calizas sabulosas en bancos gruesos; calizas azules y margas rojas con pedernal intercaladas.		El Titónico se oculta bajo las margas amarillentas con belemnites.
Almería.	JURÁSICO Y LIÁSICO En la parte NE. de la provincia hasta el límite de la de Murcia en la vertiente Norte de Sierra María.		Areniscas, calizas arcillosas y margas de colores claros.	<i>Micraster brevis</i> y <i>Ostrea carinata</i> .	(Cretáceo superior). Existen otras pequeñas manchas con algunas variantes. La Sierra Sagra es infracretácea.
			Margas azuladas maciños muy calíferos caliza oolítica oscura. Brechas calizas con cemento margoso. Margas blanquecinas con belemnites.		Según Cortázar. Son las capas jurásicas más elevadas de la comarca que alcanzan una altitud de más de 2.000 m. en una

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Almería.	Collado de las Ánimas del río Mula al oeste de Vélez Rubio.	Areniscas abigarradas y calizas dolomíticas brechoides triásicas.
Id.	Desde la Sierra de las Estancias al cerro Maimón.	Areniscas, yesos y margas triásicas.
Id.	Cerro de la Cantera y de las Ánimas y Puerto del Chirivel.	
Granada.	Sierra Seca y Sierra de la Buda en toda la zona de los ríos Castril y Guardal.	
Id.	Mancha de Sierra Elvira al NO. de Atarfe.	

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
tes y pedernal acompañadas de lechos arcillosos; calizas oolíticas blanquecinas.		faja que penetra desde el Oeste de la provincia de Granada. Las capas calizas del cerro Maimón presentan cortes verticales de más de 50 metros.
Calizas margosas con pedernal, calizas fibrosas y cristalinas, y las arcillosas con belemnites y ammonites.		
Calizas brechiformes; calizas arcillosas con fósiles.		
Lías medio y superior.....	Lima Pectinoides, Ammonites Subarmatus, Harpoceras radians, etc.	
Caliza blancas jurásicas y las arcillosas del lías inferior.		Se rizan con pliegues de dirección N. NE. a S. SO.
Caliza con crinoides, caliza compacta con pedernal, caliza con crinoides. Sigue después ascendiendo: caliza margosa azulada en bancos gruesos con manchas azules con alternancia de margas pizarreñas rojas y margas calcáreas.	Lythoceras, Ammonites algovianus, Hildoceras Bertranid.	Tal es la serie completa de esta mancha.

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Granada.	Colina que se eleva al Norte de la anterior.	
Id.	Vertiente meridional de la misma colina.....	
Id.	Hachos de Loja al Norte de la ciudad.....	Margas irisadas triásicas.
Id.	Entre Loja y Zafarraya.....	
Id.	En el vallejo de Riofrío al pie de la Sierra de las Hoyas al O. de la carretera que va de Loja a Málaga.	
	Entre Alhama y Los Baños.....	

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Marga caliza gris.	Harpoceras bifrons y Levisoni.	
Marga caliza	Harpoceras subplanatus, H. bicarinalis.	
Margas piritosas.	Phylloceras Nilssonii.	
Caliza arcillosa gris parduzca	Harpoceras Murchisoni.	
Losas con pedernal.	Stephanoceras Humphriesi y Pentacrinus.	
Dolomías, caliza blanca del jurásico superior, en parte brechiforme.		
Dolomías blanquecinas y margas verdes supraliásicas.		
Calizas liásicas blancas, en parte oolíticas con crinoides y nódulos de pedernal; dolomías de colores claros y fosforescentes.		
Calizas titónicas blancas rosáceas; jaspeadas, brechiformes y manchadas de verde y amarillo y entre ellas intercaladas lechos de margas	Terebrátula diphyta; T. triangularis. Holeostephanus Grotei y otros.	
Caliza blanca marmórea del Liás inferior o del Infraliás; caliza roja margosa; caliza tabular rojiza.	Hildoceras bifrons, H. Levisoni Pos y dolomia Alpina.	
En un corte de pliegues ver-	Ariclites ceras.	



PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Granada.	Entre Venta de los Grajos y Montillana; entre dicha venta y Zegrí. Cerca de la Venta de las Navas e Iznalloz.	
Id.	Entre Zegrí y Noalejo, Venta de las Navas e Iznalloz.	

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
<p>ticales o echados, aparecen primero calizas compactas amarillentas con belemnites; calizas muy cuarteadas en fragmentos angulosos; margas rojas y grises, calizas con Crinoides, calizas compactas con Pentacrinus y Rinconellas, margas grises y calizas compactas; calizas blanquecinas con manchas pardas; caliza gris compacta alternante con margas sabulosas.</p> <p>Calizas grises margosas atravesadas por diques de ofita, apoyándose sobre gruesos bancos de caliza blanca de fractura arcillosa; margas toarcenses rojizas con concreciones ferruginosas cortadas también por filones de ofita. Calizas margosas más compactas que las anteriores, con pedernal.</p> <p>Las calizas del Lías superior se apoyan sobre otras blancas que forman una colina; una falla hace emerger margas fosilíferas apoyadas sobre calizas blancas atravesadas por filones de ofita</p>	<p>A. Spiritissimus Phylloceras cilindricum.</p> <p>Hildoceras Mercali. Stephanoceras crasus. Harpoceras bifrons. Stephanoceras communis, etc.</p>	

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Granada.	Monte Jabalcón al NO. de Baza	
Id.	Junto al río de Huéscar, en el Cortijo de Agua Alta. Sierra Sagra.	
Id.	TRIÁSICO (Véase el cuadro de la pág. <sup>a</sup> 46.) CAMBRIANO	

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
que forman otra cumbre pa- ralela a la primera.		
Calizas compactas blanqueci- nas.	Perisphinctes plicatilis. Harpoceras co- ronatus. Aptychus latus.	Existen diversas nuevas manchas en Los Hachos de Loja, Parapanda, Íllora Huéscar, etc.
Caliza compacta liásica cu- yos bancos de gran espesor se alinean al NE. y por bajo arcillas endurecidas.	Arietites Turne- ri y A. Conybea- ri.	Los picos de Sierra Sagra son liásicos; el río Guar- dal entre Huéscar y Cas- tril coincide con una quie- bra del terreno por un eje anticlinal de calizas margosas grises, proba- blemente liásicas. La Sie- rra de Castril es de idéni- ca composición.
Talquitas y pizarras clorito- sas que se alteran para formar un polvo fino gris rosáceo, violado, verdoso y pardo rojizo que reciben el nombre de <i>launas</i> o <i>lágue- nas</i> . Son también pizarras de seri- cito y toman la forma de fi- ladios satinados; presentan también al microscopio tur- malina y rutilo, grafito, piri- ta y sus productos de des- composición y también fel-		Aceptamos esta clasifica- ción por su procedencia. Aunque no es posible a- portar antecedentes deci- sivos para formar un con- cepto opuesto, y conside- rando que el carácter de las rocas que forman los isleos de este supuesto sistema, a pesar de su variedad, no son sino al- teraciones de una misma roca o sea la micacita. Nuestro modesto juicio

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Granada.	En Motril, Las Alpujarras, Murtas, Lomas de los Almiñares, Vélez de Benaudalla, Mamo-la y Albuñol, Gualchos y Lentejí; Izbor, Agrón. Lanjarón, Torrox, Güejar, Talara y Órgiva, Alcolea, Alboloduy, Nerja y Adra; Ugíjar y Albondón, La Contraviesa, Cadíar, Torviscón, Mairena, Los Gálvez, Notáez, Busquistar, Ferreirola y Órgiva; Rubite, Polopos y Sorvilán; Castel de Ferro, Calahonda, Carataunas, Capileira, Las Guájaras, Almuñécar, Molvízar y Salobreña.	

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
despatos, hierro oxidulado, zircón, esfena y epidota. Cuarcitas en lechos delgados entre las pizarras superiores y entre rocas anfibólicas de la parte inferior. Estas últimas cuarcitas en bancos más gruesos alternan también con pizarras micáceas, pizarras actinolíticas, córneas verdes y dolomías		es que se trata de materiales cristaloflianos que corresponden al estrato cristalino.  Barrois y Offre establecieron entre el estrato cristalino y el triásico, tres niveles distintos que son: Pizarras micáceas. Pizarras y cuarcitas actinotíferas. Pizarras o filadios satinados y pizarras con cloritoide, <i>edad</i> de Motril (cambriano inferior). Pizarras, yesos, areniscas, y calizas (cambriano superior confundido con el triásico metamorfoseado)
Anfibolitas con anfíbol sodífero y epidota, rutilo, esfena, hierro oxidulado, mica blanca, cuarzo y clorita, actinota verde, feldespato y granate. Calizas dolomíticas con cristallitos de carbonato de hierro, anortitas alternando con cuarcitas y también yeso en lentejones entre las calizas y las pizarras producidos por acciones sobre es-		

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE
Almería.	Cortijo de Lorena, Chirivel, rambla de Charches, cerro de Limaria; vertiente Sur de la Sierra de las Estancias, Rambla de Centeno, Cerro Colorado; Cerco de los Romeros, Cortijo de la Fuente del Gato. Boca de Oria, cerros del Bocín, Aguilón, los Pinos y el Algarrobo.	
	<b>ESTRATO CRISTALINO</b>	
Granada.	Sierra Nevada. Entre el terciario al N. y NE. de Jayena, entre Agrón y Peña del Águila. Entre Jolucar y Rubite; en las vertientes meridionales de Sierra de Lújar. Entre Almegíjar y Notáez. Sierra de Baza, al Sur de Gor.	
Id.	En el río de Trévez y en Busquistar	Esquistos del Estrato cristalino.

NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARACTERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
<p>tas con doble descomposición.</p> <p>Cuarcitas y calizas; pero más principalmente pizarras micáceas rojizas y filadios en lechos delgados; con vetas cuarzosas o carbonosas. Pizarras talcosas con otras moradas fibrosas atravesadas de vetas de cuarzo manchado de clorita y serpentina; pizarras micáceas y granatíferas; filadios morados y negros asociados a cipolinos y calizas marmóreas dolomíticas.</p>		Esta mancha entra en la provincia de Murcia hasta las inmediaciones de Lorea.
<p>Los materiales que componen el sistema han sido descritos al tratar de la Sierra Nevada; son característicos y muy conocidos.</p>		Según Cordier estos materiales se superponen de arriba a abajo en la forma siguiente: Tramo de talcitas filadiformes. Talcitas cristalíferas. Micacitas. Gneis.
<p>Los cipolinos toman en algunos puntos carácter pizarroso exfoliándose como los esquistos que los envuelven.</p>		El río de Trévez sigue en la mayor parte de su recorrido una de las fallas más marcadas de la región.

PROVINCIA	LOCALIDADES	TERRENO INFRAYACENTE	NATURALEZA Y ESTRUCTURA DE LOS SEDIMENTOS	FÓSILES CARAC- TERÍSTICOS	PARTICULARIDADES
Almería.	Al Norte de Sierra de Filabres; desde Pozo Iglesias hasta muy cerca de Partaloo. En Cantoria y Almanzora. Entre Purchena y Huércal-Overa; al Oeste de Adra y entre Mojácar y Vera; en Sierra Alhamilla, en Cabrera entre Mojácar y Carboneras; en la misma Sierra de Filabres y en Sierra Almagrera.				

## ROCAS HIPOGÉNICAS DE ALMERÍA Y GRANADA

LOCALIDADES	NOMBRE CON QUE SE LAS CITA	OBSERVACIONES
ALMERÍA		
Cabo de Gata .....	Traquitas, andesitas, dacitas, leucocitas, argilolitas. Traquitas: sodalíticas Dacitas { hornbléndicas biotíticas plagioclásicas feldespáticas anfibólicas	Estas rocas se distinguen por su abundancia en sílice, en vetas y filones importantes. Se observan tres fases: ácida, básica e hidrotermal. Las primeras son traquitas con cristales porfídicos de feldespato triclinico de la variedad plagioclásica; y las segundas con elementos sanidínicos como las andesitas. Forman laconitos que afloran por la denudación, con fracturas reabiertas por donde han ascendido muy posteriormente andesitas augíticas o augito, hiperténicas que atraviesan las dacitas y posteriormente aguas termales cargadas de sílice. Cortázar dice que en las vertientes de Chirivel, en Sierra de Oria, vertiente Sur de la Sierra de las Estancias, Rambla de Nogalte, cerro de Almagro y Sierra de Enmedio, el cuarzo atraviesa las pizarras en numerosas vetillas hasta el punto de predominar en algunas porciones sobre aquéllas. Las andesitas toman estructura prismática y en otros puntos fusiformes, es decir, en secciones
Carboneras .....	Andesitas micáceo-cuarcíferas, anfibólicas y augíticas.	escoriformes que revelan solidificación superficial; y son de textura hialo-perlítica o vitreo-porfídica. Las traquitas son brechoides en su parte inferior y ofrecen enclavas. Existen tobos de formación sedimentaria, probablemente con derrubios de las rocas hipogénicas después de haber sido puestas al descubierto por la denudación o quizá por procedencia de erupciones submarinas. Estas rocas atraviesan el plioceno.
Sierra Cabrera .....	Dioritas .....	Rompen las capas triásicas del Barranco del Albaladrar.
	Basaltos y argilolitas, pórfidos traquíticos.	Al Sur de la Sierra en el cerro de los Moros y en el de los Calicas; en el Albardinar, el Pozo y el Cigarrón hasta ocultarse bajo los sedimentos terciarios.
Vera, a ambas orillas del río Almanzora. Rambla Lobo y Pulpí, Cerro Pelado al SE. de Vera y en la Virgen de la Cabeza.	Pórfidos traquíticos y argilolitas.	
Cuevas de Vera .....	Verita (basalto plagio clásico sin feldespato).	Según Calderón.

LOCALIDADES	NOMBRE CON QUE SE LAS CITA	OBSERVACIONES
<b>ALMERÍA</b>		
Antas.....	Pórfidos y basaltos .....	Atraviesan el terciario.
En varios cerros entre las ramblas de Vicar y las Canteras del Diablo.	Andesitas augíticas.	
Cuevas .....	Traquitas descompuestas.	En la rambla de Muleria, Barranco del Lobo y de Portillo.
En Menas de Bacares, Calar del Vinagre, el Gallinero, Barranco Liar, Río de Bacares. Collado Ramal y mina Gran Coloso.	Dioritas.	
Río de Laroya y Purchena.	Dioritas y diabasas y pórfidos graníticos.	
Hacia la margen Este del Arroyo de Macael.	Dioritas .....	En contacto de hierros y calizas.
Herrerías (Cuevas), Alifraque; Cabezo Agrio, Sierra del Pilar.	Pórfidos traquíticos descompuestos (Pernerias).	Rompen las capas del triás y el terciario con las masas de mineral que son por lo tanto anteriores.
Chirivel y Vélez Rubio .....	Diabasas verdes granatíferas.	
Sierra de las Estancias .....	Dioritas y pórfidos .....	Atraviesan las calizas cavernosas del Triás y las pizarras talcosas del Estrato cristalino.
Sierra de Gádor, Bayarcal, Paterna, Puerto de Huéneja.	Rocas hipogénicas antiguas.	
Hacia la margen Este del Arroyo de Macael.	Dioritas .....	En contacto de hierros y calizas.
Chercos, Alcudia, Sorbas Huércal-Overa, Sierra Bayabona.	Rocas hipogénicas antiguas, dioritas y pórfidos.	Así señaladas y sin clasificar en el Mapa Geológico. Aparecen en pequeños asomos. Son rocas antiguas del tipo medio, las dioritas y porfiritas cuarcíferas; y del tipo básico las diabasas y otras.
Cerro de la Torre y Sierra de Almagro.	Dioritas y pórfidos .....	Atraviesan las rocas triásicas. La presencia de una roca que llamamos antigua en un terreno de edad anterior, supone la superposición de otros terrenos desaparecidos por denudación; y como es tanto más intensa y alcanza a mayor profundidad, cuanto mayor es el período transcurrido; se hace hoy más apropiadamente su diferenciación atendiendo a la textura en relación con la profundidad a que cristalizaron; pues en toda erupción antigua, moderna y actual, se han producido siempre los mismos tipos de rocas a profundidades que el derrubiamiento en tiempos futuros irá poniendo al descubierto. Conviene tener esto presente para hacer comprender la

LOCALIDADES	NOMBRE CON QUE SE LAS CITA	OBSERVACIONES
<b>ALMERÍA</b>		
Albánchez y Cóbdar. Barranco de la Pilica a la rambla de la Campana.	Dioritas.....	incertidumbre que el concepto de antigüedad puede originar; y es que la naturaleza de los materiales más o menos deleznable y su relieve han influido siempre en la rapidez de la denudación. Afloramientos de unos dos kilómetros de longitud NE. SO.
Rambla mayor y Barranco de Topares.	Dioritas y anfibolitas.	
Pozo Cepero (Sierra Cabrera) Norte de Sierra Alhambilla en diques que cortan las talcitas.	Diabasas.	
Sierra de Turre, Cerro Ventura y los Jarales.	Dioritas.....	Cortan las micacitas granatíferas.
Collado de Casa Mula. Cuevas de Gorullos. Cuesta del Infierno. Cañada de Lizarán.	Diabasas, ofitas y porfiritas.	Cortázar hace la siguiente clasificación de estas rocas; Collado de Casa Mula, anfibolitas y dioritas, Cueva de los Gorullos y Cuesta del Infierno, afanitas y dioritas. Cañada de Lizarán afanitas y pórfidos cuarcíferos; Vélez Rubio, espilitas con zeolitas. Rambla del Chirivel y Cortijo del Piar, pórfidos y espilitas. Cerro de
Cerro Colorado y Cortijo del Piar. (Vélez Blanco).	Diabasas porfiroides o espilitas.	
Serreta del Castillo, Huércal-Overa y Sierra de Enmedio.	Diabasas u ofitas.	Limaria, afanitas; Serreta del Castillo y Sierra de Enmedio, dioritas y afanitas.
Sierras de Periate y de María.	Dioritas.....	En la rambla de la Yesera cortan las calizas y margas triásicas.
<b>GRANADA</b>		
Soportújar. Norte del Pícharo Veleta (Los Azulejos y otros), junto al Puente de Izbor.	Rocas serpentínicas.	Según Macpherson hicieron su erupción estas rocas desde el fin del Jurásico al principio del Terciario.
Al NO. de Cástaras y Prados de Villarreal.	Pórfidos graníticos y dioritas porfídicas.	Diques NO. SE. cortando las calizas triásicas.
<b>LANJARÓN</b>		
Al Sur de la carretera a Órgiva.	Anfibolitas estratiformes con gruesos cristales de hornablenda.	Asociadas a calizas del estrato cristalino.
Busquístar.	Dioritas y diabasas.	
Sierra Elvira.	Granulitas y porfiritas.	
Venta de las Bragas, Iznalloz.	Diabasas.	
Villanueva del Trabuco y Salinas de Loja.	Porfiritas labradóricas.	
	Porfiritas andesíticas.	



LOCALIDADES	NOMBRE CON QUE SE LAS CITA	OBSERVACIONES
MONTILLANA Venta de las Grajas, entre Campotéjar y Noalejo.	Diabasas	Atravesan calizas y margas liásicas.
MONTEFRÍO	Ofitas.	

## CAPÍTULO III

### TECTÓNICA

---

El verdadero fundamento de la ciencia geológica o sea de la ciencia que estudia los terrenos desde el punto de vista de su constitución y de su historia (1) es la Arquitectónica, dicha comunmente Tectónica u Orogenia; es decir la explicación de la estructura de la corteza terrestre (2). Debiéramos decir que es la verdadera explicación de las formas internas de los terrenos y de su modelado externo.

De ella depende la distribución de la riqueza mineral en el subsuelo, porque determina la posición en él de los estratos cuya naturaleza tiene sobre la última una reconocida influencia; y de las fracturas que dan acceso a las disoluciones minerales, portadoras de los elementos metalíferos de su relleno. Son testigos evidentes de ello las fuentes termales cuya localización revela la existencia de aquellas fracturas.

Hemos de hacer constar sinceramente, antes de entrar en materia, que por considerar esencial este capítulo en un libro que ha de versar sobre criaderos, no hemos podido prescindir de tratar este asunto, si bien no nos guió otro propósito que hacer una recopilación de antecedentes

(1) Dictionaire, de Armand Collin.

(2) Traité de Géologie, de Emile Haug.

sobre la Tectónica de estas dos provincias, sin aspirar a ofrecer originalidad alguna; limitándonos a recoger juicios de otros geólogos, que se hallarán esparcidos en publicaciones de carácter general o en estudios especiales que trataron de ello muy somera o vagamente, y como preparación de otro principal objetivo. Por lo mismo ha de ser fácil discernir en él la coordinación de muy diversos conceptos, sin unidad alguna, y sin deducir aquellas conclusiones que deben ser en estos casos su principal finalidad; conclusiones difíciles de establecer sin un conocimiento geológico profundo y detallado de la región, que, hemos de confesar, nos hallamos muy distantes de poseer, y que demanda además un tiempo de que no disponemos; porque afirmaremos una vez más que el carácter de estas publicaciones, lo exige en demasía, solo para satisfacer el propósito de llevar a cabo el estudio de los criaderos de hierro con un fin puramente industrial. Ahora bien, tampoco pretenderíamos, de hallarnos en otras condiciones, el emprender tan ardua tarea, porque se trata de una de las regiones de la península, de Tectónica más complicada y menos conocida hasta el momento presente.

Las provincias de Almería y Granada corresponden a aquella porción de la Península Ibérica que se distingue del resto de ella por los plegamientos y fracturas de dirección aproximadamente normal a los pliegues más antiguos, que erigieron y consolidaron después de los movimientos hercinianos el pilar o contrafuerte denominado Meseta Central (1).

(1) La meseta de Castilla es una peneplanicie que forma parte de aquélla y que emergía del mar terciario con la elevación media actual de 682 m. A esta porción de la Meseta Central se le denomina La Mancha, cuya significación árabe quiere decir *tierra seca*.

Estuvo sometida además repetidamente a movimientos de elevación y depresión durante aquella parte del período terciario en que la zona Norte de la Bética constituía un canal de comunicación entre el Mediterráneo y el Atlántico.

Participó de los mismos movimientos que el resto de la región citada; pero fueron éstos seguramente más repetidos y complejos; por lo que su constitución, como acabamos de decir, es de las más complicadas de la Península, desde el punto de vista tectónico y orográfico. Pero ofrece una notoria uniformidad en cuanto a la naturaleza y distribución de los materiales que los constituyen, y a las condiciones de los criaderos minerales que en ella se reconocen. Puede desde luego asimilarse a una provincia metalogénica que debemos definir por la correspondencia de un cierto carácter tectónico con un carácter petrográfico análogo, y la misma estructura y composición metalogénica, dependiendo esta última del magma regional originario, de las interposiciones hipogénicas que por derrubiamiento se muestran superficialmente esparcidas; de los movimientos del suelo que han originado su ascenso por las dislocaciones de un cierto carácter, o también de su retorno a la profundidad o permanencia en emersión; y por último de la época en que tuvieron efecto aquellos movimientos, determinada por la intensidad de la denudación y la profundidad originaria de los terrenos que forman la superficie actual.

Creemos así poder llegar a esta consecuencia, que entre los diversos tipos de agrupaciones que con tal objeto suelen formarse, existe uno que De Launay llama mediterráneo, con intervención característica de terrenos calizos, que es asimilable a nuestro caso; aunque hay que tener presente el importante papel que en el conjunto de las for-

maciones metalíferas de esta región corresponde a las formaciones hercinianas que no ofrecen este carácter o lo ofrecen en menor grado.

Hemos de empezar exponiendo a grandes rasgos el plan general tectónico de los terrenos, y no siendo fácil desglosar las páginas que a esta región se refieren, de las que constituirían el estudio de conjunto de tan ingente edificio, habremos de ampliar estas ideas, aunque en la forma más concisa posible, con lo que se refiere a toda la zona de costa del canal occidental mediterráneo (1), desde las Baleares al Atlas Argelino, pasando por las columnas de Hércules, Gibraltar y Yebel Mussa, así como a la zona Bética en su totalidad.

**La Cordillera Bética y el Mediterráneo Occidental.**—La tectónica del conjunto estratigráfico que hemos descrito en el capítulo anterior depende en grado extremo de las variaciones sufridas por el Mediterráneo, o sea de

(1) Este canal es el extremo Oeste del Mediterráneo Occidental, o sea la porción comprendida entre el Estrecho de Gibraltar y el canal de Malta, circundado por los Apeninos, el Atlas Mediterráneo (Argelia), la cordillera del Rif y la Bética. El Atlas se une a los Apeninos por Sicilia; como estos últimos entroncan con los Alpes bajo las llanuras aluviales del Po. Se une el primero a las Antillas por la región del Atlas y una serie de plegamientos que se suceden bajo las aguas del Océano Atlántico; existiendo entre ambos extremos grandes analogías estratigráficas. Marruecos con Argelia y Túnez se destacan del resto del continente africano y forman la expresada región.

Está formada ésta por plegamientos que se repiten en la costa Oeste de Marruecos hasta la desembocadura del Oued-Draa, frente al archipiélago de Canarias y se extiende hacia el Este hasta el cabo Bon, frente a Sicilia. Forman dichos pliegues un haz ampliamente abierto hacia el Oeste y figura en él en primer término la Cadena del Rif, prolongación de la cordillera Bética por el arco de Gibraltar; después el Atlas Mediterráneo, el Atlas Medio, el Gran Atlas y el AntiAtlas, cuya prolongación es el Atlas del Sahara.

su historia geológica. Aquél es por su extensión, insignificante con relación a la superficie que éste alcanza, así como por sus vicisitudes a contar desde el principio del terciario. Los sedimentos, pliegues y dislocaciones del expresado conjunto, le imprimen un carácter especial muy marcado.

Es conveniente, por lo tanto, aunque hayamos de extendernos también al Mediterráneo Oriental ampliar con lo que a éste se refiere el presente resumen.

Al comenzar la sedimentación del primer tramo Mediterráneo (1) (Oligoceno y Mioceno inferior), el Atlántico del Norte formaba un continente o un grupo de grandes islas que se hundieron después. El Océano penetraba en el Golfo del Girona que no llegaba a comunicar con el Mediterráneo; pero sí había comunicación por lo que es hoy el Guadalquivir.

Por encima de aquella serie de capas se hallan sedimentos que reciben la denominación de Schlier (2).

Nuevamente el Océano penetra por el Girona, avanza en su transgresión hacia Orleans y por la meseta rusa depositando el segundo tramo. La comunicación por el valle del Guadalquivir desaparece.

En el Mediterráneo Occidental se superponen estos sedimentos a otros de agua dulce, mientras que en el Oriental se encuentra un cierto grupo de capas que se denominan piso sarmático (3).

(1) Denominación de Suess.

(2) Éstos han sido formados en el fondo de un mar que ha depositado un fango muy repartido en una gran área, de color gris azulado con mica que se transforma en una molasa margosa poco plástica, ya esquistosa, ya compacta con Aturia Atury y una serie de formas especiales.

(3) Formación Marina con intercalaciones salobres y fauna muy

Durante el tercer tramo (Plioceno inferior) el Mediterráneo se ensancha recubriendo los depósitos pónticos del Ródano, y en muchos otros puntos de todo su contorno. En Génova, por ejemplo, cuya costa hundida en la actualidad debió formarse en dicha época.

Se comprueba, según Gentil, durante el Mioceno superior (2.º tramo Mediterráneo), que este mar y el Océano se unían por el Norte de la cordillera Bética. En el Plioceno inferior (tramo 3.º) los mares comunicaban por el estrecho rifeño entre la cordillera del Rif y el Atlas Medio. En el Plioceno superior (4.º tramo) el paso se establecía por el Estrecho de Gibraltar. Después de la última época citada se producen hundimientos que quizás coinciden con los que acaecieron en el Atlántico, y esto origina un cambio de líneas de costa, apareciendo las superficies descubiertas como en su posición primitiva, y como si las aguas hubiesen descendido de nivel o todos los terrenos hubiesen emergido en bloque. En toda la costa de estas tres provincias y muy especialmente en la de Murcia, existen indicaciones claras y profusas de esta particularidad.

No es posible tampoco sustraerse, al tratar de nuestra porción de la cordillera Bética, el abarcar el estudio total de este arco montañoso constituido en todo su desarrollo, tectónica y estratigráficamente de una manera muy semejante. Ha de tener importancia lo que exponemos respec-

---

uniforme. Las capas de yeso de ambas vertientes de los Apeninos y los azufres de Sicilia corresponden quizá a estos sedimentos. Se muestra con éstos en una gran extensión, un depósito caracterizado por *cardium* y *congerias* que es la formación Póntica. Aparece ésta en el Ródano, ambas vertientes de los Apeninos, en Sicilia, en las llanuras danubianas y en la Baja Austria. Estos sedimentos como los del piso sar-mático, claro es que revelan una continuidad en la inmersión de estos fondos bajo las aguas mediterráneas.

to a la porción estudiada de la región andaluza, que por la evidente dependencia que existe entre las metalizaciones y los terrenos en su forma, estructura y naturaleza, nos obliga a deducir consecuencias, cuya analogía con las que se derivan de la composición de la expresada cordillera del Norte Africano, nos inducen, por pura lógica, a presentarnos en disconformidad con los detractores de nuestro protectorado de Marruecos, que para ello toman como pretexto la pobreza de aquel suelo.

La región andaluza y el litoral africano del Norte se comprenden entre dos grandes núcleos o pilares, la meseta Ibérica y la Central de África, probablemente sin solución de continuidad después de la transgresión del hulle-ro que dió a los estratos la posición que hoy presentan (1).

Al final del paleozoico, o sea después de los pliegues hercinianos, tuvo lugar el hundimiento cuyo borde septentrional coincide con la gran falla del Guadalquivir, por donde las aguas del Océano Atlántico invadieron el Mediterráneo, inundando el espacio existente entre aquellos dos pilares, dejando emergidos al Sur los islotes cristalofilia-nos y cambrianos del litoral desde la Serranía de Ronda a Almería por Sierra Almirante y Sierra Nevada.

Es evidente la iniciación de los pliegues de la Bética durante los movimientos hercinianos. Resulta por lo tanto que existían pliegues normales a la dirección general de los correspondientes a aquella época, y que el hundimiento de la porción al Sur de la falla del Guadalquivir no es del orden de los que se suceden a los pliegues de la zona sinclinal del país zaguero, ni a las fracturas transversales que originan los movimientos epirogénicos. No resulta

---

(1) Marcel Bertrand, Historia Geológica de la región granadina.

fácilmente explicable el origen de las formas internas de los pliegues de la Bética (1).

Los geosinclinales de la era secundaria y por lo tanto las cordilleras terciarias producidas por ellos se localizaron sobre fondos muy heterogéneos; es decir, sobre el emplazamiento de los geosinclinales primarios y en las depresiones de los pliegues hercinianos intercalándose entre las prominencias de los mismos; pero cambiando su rumbo por otra dirección transversal. Resulta así que los pliegues hercinianos de la meseta Ibérica prosiguen y se ocultan bajo el valle en que se asienta el curso del Guadalquivir (2).

La transgresión anteriormente citada originó el depósito de sedimentos marinos hasta el fin del Eoceno y por esfuerzos de compresión, que mucho después se dejaron sentir enérgicamente, se iniciaron los pliegues fundamentales, y se emergieron los terrenos de la cordillera Bética y del Atlas, plegándose por presión tangencial dirigida hacia el Norte o el NO. contra la meseta española, y en sentido opuesto contra la marroquí; siendo los ejes de una y otra, paralelos y orientados de NE. a SO.; pero aquella porción de la cordillera Bética cuyo conocimiento es lo que sobre todo nos interesa, se ha plegado contra el borde Sur de la meseta Ibérica.

Aparece ésta limitada por capas mesozoicas y por aquel borde, que es paralelo a la costa Sur de Portugal, en el

(1) Los fenómenos mecánicos que dieron lugar a la formación de las cordilleras son de tres órdenes: 1.º Plegamientos con desgarres o fracturas transversales; 2.º Roturas o dislocaciones originadas entre la cordillera y su país frontero; 3.º Hundimientos y manifestaciones volcánicas en la zona sinclinal del país zaguero (De Launay "Recherche, captage et aménagement des sources thermominérales").

(2) Emile Haug. *Traité de Géologie*.

Algarbe; y en el interior de la Península cortando transversalmente las alineaciones de los terrenos antiguos determinados por sus pliegues hercinianos, o sea en la dirección precitada E. NE. (1).

La cordillera Bética corresponde al segundo período de arrugamientos alpinos (2) y se separa de manera precisa de la antigua llanura de la meseta española.

Ya hemos indicado que forman parte también de ella antiguos pliegues hercinianos, que parecen constituir su esqueleto. Muy probablemente existió un anticlinal que partiendo de Gibraltar alcanzó hasta las Baleares, de la que es principal testigo la Sierra Nevada y también las Sierras de Filabres y de Cartagena, anticlinal roto o desgarrado en varias secciones que fueron llevadas a muy diversas altitudes.

(1) Las Sierras que parten de Galicia por Tras os Montes, están constituidas por terrenos antiguos acompañados de asomos graníticos y cuyos pliegues siguen con rumbo S. SE. y SE. Hacia el Sur de Salamanca se desprende divergiendo al E. y E. NE. una rama importante de granito y gneis que forma la Sierra de Gredos y la de Guadarrama, pero las cordilleras principales siguen con rumbo al SE. formando haces de pliegues algunas veces convexos hacia el SO. Las Sierras de Asturias son consideradas como la parte interior de una torsión más antigua; pero análoga a la del Estrecho de Gibraltar.

Estos grandes arcos del SO. de la meseta parecen haber sido plegados hacia este rumbo, pudiendo deducirse que una porción importante de las cordilleras de la Península no han sido impulsadas como los Alpes, hacia el Norte sino hacia el Sur, es decir como las que forman la rama del arco que se extiende por el Norte de África. Es por lo tanto la dirección SE. la que tienen los pliegues antiguos de que hemos hecho mención que alcanzan a la falla del Guadalquivir.

Claramente se ve que no es en este punto la dirección de los pliegues antiguos, sino la dirección de su borde fracturado la que ha determinado la posición de los pliegues alpinos posteriores.

(2) Al primero corresponden los Pirineos, alguna porción de los Alpes y los Cárpatos; al 2.º los Alpes y la cordillera Bética; al 3.º los Dinaridos o Iluridos Bergamascos, Apeninos y una parte del Atlas.



Se acentúan más especialmente los pliegues terciarios sobre el flanco Norte de este anticlinal. Afectaron también éstos a los terrenos secundarios infrayacentes, que se extienden más al Sur. El primer plegamiento de la serie herciniana debió producirse durante el carbonífero, alcanzando al triásico. (1).

Las direcciones dichas de los pliegues hercinianos NO. SE. (armoricana) y SO.-NE. (varisca o Bética) se manifiestan también muy marcadamente en Argelia y Orán, formando haces en prolongación de los comprobados en la meseta Ibérica, lo que prueba que en el referido período éste y la parte oriental de Marruecos constituían un mismo geosinclinal.

Los mares mesozoicos recubrieron probablemente tres grandes depresiones; una al Norte de la zona litoral actual hasta el pie de la meseta; otra entre el borde Norte de la meseta Marroquí, y la zona del mar paleozoico africano, y la tercera con el canal Occidental Mediterráneo. A los sedimentos depositados en ellas deben pertenecer las bandas triásicas del borde Sur de la cordillera Bética y los jurásicos y cretáceos que se ven en la zona del Norte; así como al borde septentrional de la depresión marroquí. Estos depósitos continuaron sedimentándose hasta el Eoceno.

En este período el mar formaba golfos o ensenadas irregulares, con numerosos promontorios o islas, constituídos por rocas del estrato cristalino y por calizas jurásicas,

(1) En las Sierras de Miravete y Altaona, que separan la vega del Segura de los campos de Cartagena, se ven las molasas y margas miocenas, con pliegues y ondulaciones muy ligeras, apoyándose sobre las calizas triásicas fuertemente dobladas formando superficies muy rugosas y cuyos accidentes quedan al descubierto por derrumbamiento de los primeros depósitos citados.

que se ven hoy formar una faja continua desde Sierra Nevada a la Serranía de Ronda.

Los empujes que habían iniciado su actuación continuaron durante todo el Eoceno y después de él, y los materiales depositados se presentan por esta causa en discordancia con los secundarios, no solo en la estratificación, sino hasta en el rumbo de los respectivos pliegues.

Los sedimentos depositados en el fondo de aquella depresión durante el citado período debieron plegarse al final de este, ocasionando hundimientos. Uno de estos fue la primitiva depresión algún tiempo después valle del Guadalquivir, que volvió a ser cubierto por las aguas.

Dice Suess que la forma simétrica de las costas española y africana, demuestra que las verdaderas vertientes de la cordillera emergida eran la Subbética y las pendientes meridionales del Atlas, entre las cuales se alzaba la cumbre del anticlinal formado por la región plegada, verificándose hacia el comienzo del Plioceno el hundimiento de la parte central a la manera de la clave de una bóveda mal sostenida por separación o fractura de sus dovelas inmediatas; y añade De Launay que ha habido en ese espacio diversos pliegues cuyos sinclinales prepararon la actual depresión mediterránea.

Nosotros consideramos menos artificiosa la explicación de este fenómeno tectónico por la tendencia al plegamiento de la misma región en dos sentidos perpendiculares (1), cuya tendencia debe originar siempre pliegues en arco disminuyendo la distancia entre las dos ramas, y los bor-

(1) Esta tendencia debe ser generalmente la necesaria cuando no se producen desgarres paralelos, o desligamientos entre una cierta región y sus inmediatas en el sentido de los pliegues; o bien cuando no hay isostasia o sea empuje dirigido de la región axial al borde

des levantándose en círculo u horquilla por predominio de las presiones tangenciales de N. a S.; plegándose o dislocándose en posición simétrica de sentido opuesto y el seno del geosinclinal (país zaguero) desprendiéndose y hundiéndose para formar el fondo del canal occidental mediterráneo. El geosinclinal, desde luego, continúa existiendo, tendiendo a estrecharse para incrementar los dos pilares continentales que avanzan hoy hasta sus bordes (1). La uniformidad de los sedimentos por fajas sucesivas desde el centro del país interior (país zaguero) hacia la periferia de la región fronterá, originó la simetría que aparece en las dos zonas costeras opuestas, y la acumulación de las capas plegadas sobre ambas zonas, fueron restringiendo el canal mediterráneo hasta darle sus dimensiones actuales.

Todos los que conocen la región Norte de Marruecos, han podido notar la regularidad del arco de encorvamiento del Atlas mediterráneo hacia el Peñón de Gibraltar.

Dice Suess que el estrecho de este nombre es uno de los rasgos del relieve de más decisiva influencia en la constitución física de una muy extensa porción de la superficie del Globo.

Las profundidades del Mediterráneo Occidental que son de 350 m. en el Estrecho, 1.500 frente a Málaga y 2.000 frente a Orán acusan un hundimiento indudable; siendo la línea de costa el borde interior de la cadena, que presenta sobre él volcanes recientes como el de Cabo de Gata, el

---

de los geosinclinales por gravitación de las masas detríticas acumuladas en su seno; tendiendo a tomar la forma isostática o de equilibrio. El caso de las presiones en múltiples sentidos es el del arrugamiento por simple contracción del geoide terrestre.

(1) Emile Haug. Obra citada.

Cabezo Negro del Puerto del Judío (Cartagena), el de Tiffarrauina y el de Dellys en Argelia; los cuales debieron estar en actividad durante el terciario e indican descensos locales así como la existencia de fracturas costeras.

Resulta de lo expuesto la oposición de los empujes del geosinclinal mediterráneo sobre los dos pilares repetidos y se ve que el país fronteró de la Bética es Sierra Morena, y las erupciones volcánicas se alinean al Sur. Por el contrario el Atlas tiene su país fronteró al Sur y las erupciones sobre la vertiente Norte.

Emergieron después los depósitos miocenos (helvéticos) del valle del Guadalquivir; no penetró más en él el mar mioceno y un nuevo hundimiento abrió el Estrecho de Gibraltar por donde las aguas del Mediterráneo y el Atlántico volvieron a estar en comunicación.

**La Tectónica de la Bética.**—La cordillera del Norte de Marruecos, hace una conversión completa; pasando de la dirección E. a O. a SE.-NO. y N. S. en Gibraltar. Dentro de la Península toma en todos sus pliegues el rumbo, ya repetido, E. NE. hasta la provincia de Albacete.

Según Nickles, los referidos plegamientos prosiguen sin interrupción desde Jaén hasta Cabo la Nao, o sea en un recorrido de unos 350 kilómetros; y bajo el Mediterráneo hasta las Baleares, Ibiza, Formentera, Mallorca y Cabrera son emergencias de cumbres de la Cordillera Bética. En algunos lugares aparecen arrastres y cobijaduras, tanto en el archipiélago como en la Península y tienen su asiento en aquél, hiladas pelágicas exclusivamente marinas, no vistas en ésta, que representan allí el Jurásico superior, soporte del Neocomiense inferior.

Toda la costa Norte de Marruecos ofrece una gran analogía con la Bética. Desde Cabo Negro a Ceuta se ven mi-

cacitas y pizarras antiguas y si comprendemos dentro de esta faja materiales paleozoicos, dicha zona antigua inmediata se desarrolla por toda la costa desde los confines de Argelia. Los envuelven por el Sur terrenos secundarios, entre ellos el Liásico de que está formado el Yebel Muza y el Peñón de Gibraltar. En la rama española existen macizos compuestos de micacitas granatíferas y pizarras cloríticas talcosas y arcillosas con calizas cristalinas, que forma con ellas diversos anticlinales como los de Sierra Alhamilla, la Sierra de Filabres al Este, y la Sierra Nevada hacia el Oeste (1).

La Sierra de Gádor, estribación al SE. de esta última, es otro macizo cristalino recubierto por un espeso casquete de triásico que la denudación no logró hacer desaparecer.

Igualmente los sedimentos mesozoicos, triásicos, jurásicos y cretáceos, sucediéndose en análoga disposición, es decir por fajas concéntricas, envuelven esta rama por el Norte.

La discordancia entre las capas eocenas y las mesozoicas se hace patente en toda la cordillera Bética, lo que prueba que antes de depositarse las primeras se habían

(1) En las Alpujarras aparecen pizarras satinadas verdes o violadas que dan por descomposición arcillas finas o launas. Aparecen más dobladas y dislocadas que sus similares de Sierra Nevada, como si ésta constituyere durante los movimientos hercinianos y Alpinos un pilar (Horst) de orden secundario, emergido con anterioridad a los depósitos triásicos, contra cuya masa se doblaron las capas depositadas en sus contornos o zona inferior de sus primitivas estribaciones. Este fenómeno se repite con frecuencia entre porciones de un grado inferior; debiéndose esto a que los materiales estratificados no tuvieron en todos sus puntos el mismo espesor y consistencia, plegándose de preferencia aquellas porciones más flexibles por presión sobre las más rígidas.

plegado las segundas, y por entonces el pliegue de la expresada cordillera era divisoria entre las dos cuencas; la del Mediterráneo, propiamente dicho, y la formada por el hundimiento del Guadalquivir. Los sedimentos mesozoicos forman una faja que parte de la Sierra de Abdalajis al Norte de Álora, y se dirige a la provincia de Murcia, y hasta el mar, en la de Alicante, con interrupciones de neógeno superpuesto.

Las calizas triásicas consolidadas de antiguo debieron sufrir en grandes extensiones, por los movimientos alpinos una intensa fracturación, a la vez que se acentuaban sus pliegues y dislocaciones, sufriendo en algunos puntos una verdadera trituración, como consecuencia de arrastres y resbalamientos cuyos fragmentos fueron consolidados nuevamente con caliza incrustante u óxido de hierro, por las aguas superficiales, o las termales profundas, formando verdaderas brechas.

Los depósitos eocenos se extienden por ambas vertientes ofreciendo naturaleza y facies distintas; pero en la Serranía de Ronda no se notan estas diferencias, cuyas circunstancias y el que los expresados sedimentos se prolonguen por el valle del Guadalhorce, hasta tocar a los de Peña Rubia y Ardales, hace suponer que durante el Eoceno existía entre ambas depresiones mediterráneas una comunicación transversal.

Se ve desde luego, penetrar desde la costa del Océano al SO. de la Península y en dirección NE., una faja de formación marina correspondiente al Mioceno y Plioceno inferior.

Las capas mesozoicas aparecen en la costa Sur de Portugal, como si ésta hubiese sido por entonces el contorno del continente, y el borde actual de la meseta la prolongación de aquella. Al efecto se ve en Ayamonte un man-



chón de triásico que se oculta bajo las sierras del Norte, y más al Sur, en Huelva, Jerez, Cádiz, y Vejer de la Frontera, se comprueba la existencia de un golfo terciario que corresponde a la desembocadura del Guadalquivir.

El borde de las capas marinas caracterizadas por *ostreas* y *clypeaster* se apoya sobre la vertiente Sur de la meseta (1). En esta misma línea de contacto se ha comprobado la presencia de la caliza con *orbitoides* (2); y la caliza grosera con grandes *ostreas* a lo largo del cauce del Guadalquivir, desde Córdoba hasta Jaén (3). En la porción más elevada de esta cuenca, en Alcaraz, al Noroeste de la provincia de Murcia, vió Verneuil manchones aislados del mismo terreno, y decía aquel geólogo que durante el terciario un brazo de mar separaba la meseta de la Sierra Nevada, las Sierras Sagra y de Segura y los montes de Jaén.

Por regla general estas capas se muestran, ya en extensos afloramientos, ya en isleos de escasa superficie sobre las montañas que se sitúan al Sur del Guadalquivir.

Los que aparecen entre Granada y Sierra Nevada perteneciendo al Aquitaniense, parte inferior del primer tramo mediterráneo, van acompañados de calizas con *lithothamnium* y *pecten Zitteli* (4) o sea el Mioceno, sobre la vertiente Sur de la meseta.

En la vertiente opuesta del Guadalquivir, no aparecen tan marcados los contactos de los terrenos, sin duda debido a los movimientos que siguieron a su deposición y

(1) Según Gonzalo Tarín.

(2) Id. Macpherson.

(3) Id. Mallada.

(4) En Granada existen capas con *Pecten Zitteli* que forman parte

trastornaron la región al Sur. Aparecen en ella fuertemente plegados los sedimentos terciarios que al Norte sirven de sostén a la llanura aluvial del expresado río.

Las oscilaciones diversas que tuvieron efecto al mismo tiempo hizo que las porciones contiguas al Sur o sea el territorio de las tres provincias de Murcia, Almería y Granada fueren también, con soluciones de continuidad, fondos submarinos de origen terciario. En el seno de esta serie de capas marinas se intercalan formaciones de agua dulce que comprueban aquellas oscilaciones en ciertas zonas como el valle del Genil (provincia de Granada).

Durante el Plioceno inferior (3.<sup>er</sup> tramo mediterráneo) muy fácil de distinguir del Mioceno (2.<sup>o</sup> tramo), no debió existir ya la comunicación por el valle del Guadalquivir.

La parte más meridional de la Bética es la Sierra de Cabo de Gata, formada por un gran macizo de rocas hipogénicas que se extiende por la costa SE. de Almería hasta más allá de Mojácar. Asoman éstas en apuntamientos sumamente variados hasta el Este de Vera. Más lejos todavía y siempre en las proximidades de la costa, existen otros macizos de menor importancia, de rocas eruptivas semejantes que aparecen entre esquistos antiguos, los cuales se terminan en Cabo de Palos y se repiten por series o alineaciones de colinas volcánicas sobre las frac-

del conjunto de los estratos con grandes *ostreas* y *lithothamnium* y pertenecen a la molasa con *pecten praescabriusculus*.

Gonzalo Tarín, cree que dichas capas se han plegado para formar estas montañas, aunque avanzan y se depositan por transgresión marina sobre los materiales más antiguos.

La costa Norte del expresado canal del Guadalquivir se sigue marcadamente paso a paso por los sedimentos del 1.<sup>o</sup> y 2.<sup>o</sup> tramo mediterráneo, o sea el Mioceno.

turas longitudinales de los pliegues. Las pequeñas islas del Mar Menor son los últimos términos de esta serie.

Como resumen de lo expuesto haremos la enumeración de los estratos que sucesivamente se muestran, y de sus accidentes en un itinerario transversal, trazado a partir de la costa Sur del Mediterráneo hacia el Norte.

En primer lugar aparecen las formaciones volcánicas de Cabo de Gata que se prolongan por Vera, Morata, Mazarrón, el Puerto del Judío hasta Calnegre, inmediato a Cabo de Palos; después la zona Bética propiamente dicha compuesta por pizarras cristalinas comprendiendo el macizo con peridoto de la Serranía de Ronda y la Sierra Nevada con sus prolongaciones hasta aquel último punto; la zona Subbética, verdadero cordón marginal compuesto de calizas mesozoicas o del Flisch (1) y otros depósitos eocenos, los cuales empiezan en Gibraltar y después de una fuerte inflexión, siguen por el Norte de la Serranía, de Sierra Sagra y sus prolongaciones hasta la costa de Alicante; los depósitos plegados del Guadalquivir, y por último la llanura aluvial de este río que termina sobre aquel mismo terreno, viniendo a apoyarse en el flanco meridional de la meseta.

La Geología de la región no es complicada en cuanto a la distribución de los terrenos y la naturaleza de los materiales que los forman; pues existe poca variedad en ellos, y el orden de superposición es casi siempre normal, faltando generalmente con cortas excepciones, los mismos

(1) El Flisch es el Eoceno compuesto de un conjunto de sedimentos gredosos y arcillosos algo pizarreños con algas frecuentes que parecen depositados en los fondos de los pliegues alpinos. Recubren la caliza numulítica y en otros puntos el supracretáceo.

tramos en los distintos lugares en que aparecen aquéllos, y permaneciendo en situación de primitiva estabilidad, los que no han sido eliminados por el derrubiamiento.

Apenas existe otra dificultad que la que se suscita al clasificar las calizas triásicas y las pizarras infrayacentes, que con gran insistencia se toman también, por algunos, como materiales del mismo sistema. Creemos haber dado ya en el capítulo anterior sobradas explicaciones sobre este extremo.

No ocurre otro tanto con los plegamientos y dislocaciones, sobre todo de los terrenos primarios y paleozoicos cuya tectónica ofrece bastantes dudas.

Los pliegues caledonianos y hercinianos (1) han sido borrados, principalmente estos últimos, por los movimientos Alpinos; aunque los rasgos principales de las cordilleras de este período hayan sido iniciados al fin de los segundos citados, por consecuencia de lo cual, viniese a producirse la fractura del Guadalquivir paralela a aquéllos y normal a éstos; pero la característica de esta región que abarca las dos provincias que estudiamos con la de Murcia, la dan los movimientos epirogénicos como consecuencia de la división en dovelas del terreno que en las mismas se comprende.

La denudación sufrida antes de la transgresión triásica por las pizarras cristalinas, produjo superficies redondea-

(1) El buzamiento de las micacitas y pizarras cloríticas no basta para definir los pliegues alpinos; pues la variedad de dobleces y fracturas correspondientes a los movimientos caledonianos y hercinianos hacen muy confusa su estructura, tanto que los sinclinales o anticlinales correspondientes a aquel período han de ser discernidos en el conjunto de una masa de rocas cristalinas fuertemente plegadas y dislocadas en detalle previamente a su disposición actual.

das u onduladas, sobre las cuales se depositaron incrustándolas las calizas de aquel sistema con todas las pendientes; resultando al superponerse concordancia o discordancia de los estratos, según la posición de las pizarras respecto a la superficie que las limitaba en aquel momento, sin perjuicio de las dislocaciones terciarias posteriores sufridas por ambas formaciones. De esta particularidad existen por todas partes muestras muy multiplicadas; es decir de las calizas triásicas apoyándose sobre pizarras cristalinas con buzamientos en diversos sentidos para adaptarse sin pliegue ni dislocación a las formas que éstos les ofrecían.

Ciertos bombeamientos o anticlinales, como el de Sierra Nevada, debieron quedar emergidos en sus porciones más elevadas, durante la transgresión triásica y así vemos los sedimentos de este sistema cubrir las faldas o estribaciones, rodeándola casi totalmente.

Los elevados montes de aquella cordillera y también los de la Serranía de Ronda forman agrupaciones de pizarras paleozoicas o estrato cristalinas. En su vertiente Norte se asientan hiladas de Triásico claramente dividido en arenisca roja y margas irisadas, con Muschelkalk caracterizado por *gervilia socialis* y en la meridional calizas dolomíticas con grandes espesores en bancos que muestran pequeños *megalodontes*, viniendo a deducirse que las expresadas masas de esquistos o pizarras forman divisoria entre la facies lagunaria y la pelágica.

Estos macizos de montaña aparecen divididos en secciones por fracturas con salto, a manera de desgarres debidos a una diferencia de intensidad en los empujes o por una mayor tendencia al plegamiento de unas partes respecto a las contiguas. Son aquellas fracturas la conocida falla de Málaga, la que pasa por Motril y Zafarraya y la

de Guadix, Almería, Cabo de Gata; pero éstas no alcanzan más que a la zona plegada inmediata a la región zaguera (1).

Hacia la orilla izquierda del Guadalquivir o sea la región meridional de esta zona hundida aparecen en primer lugar avanzando hacia el mismo rumbo Sur, materiales miocenos y pliocenos sobre los que se asientan extensos y fértiles campos, y después una faja de terrenos estériles recubiertos por Keuper yesífero plegado, y sobre él Cretáceo en isleos esparcidos hasta la divisoria.

Coincide ésta con el frente de una cobijadura con arrastre, dividida como consecuencia del mismo en multiplicados fragmentos. El expresado frente está constituido por calizas jurásicas oscuras que contrastan por este carácter con las calizas autoctonas de colores más claros (2).

Se encorva este pliegue replegándose sobre sí mismo envolviendo en su base los restos invertidos y rotos de los estratos cretáceos y eocenos suprayacentes estratigráficamente. Después de anulado el movimiento de arrastre

(1) Lo que ocurre en grande en toda la Bética acontece en detalle en las secciones intermedias. Por ejemplo, en Sierra Nevada comprendida entre la falla del Guadalhorce y la del Andarax, se ven diversas roturas transversales que interrumpen los pliegues en su rumbo; cuales son los barrancos del Horcajo, del Palomar y de la Majada del Águila, hacia la vertiente Norte, y hacia la parte Sur, las ramblas de Bonayar y del Infierno. El río de Trévez sigue en la mayor parte de su recorrido, una de las fallas más principales de la región. El río de Lanjarón, que nace en la vertiente Sur del Veleta forma un enorme cortado que es el afloramiento de una falla NE.-SO.

(2) Es indudable que los partidarios de determinada escuela se esfuerzan en solucionar por el fenómeno de los arrastres y cobijaduras muchos problemas de Tectónica. Los Ingenieros españoles, y entre ellos el distinguido Geólogo Sr. Novo, se ocupan al presente de comprobar los fundamentos de aquellas hipótesis en lo que respecta a determinados accidentes tectónicos.

principal, se produjo una desoldadura al nivel del Cenomanense sobre su techo, por la que el Cretáceo medio y superior, libres de sus cimientos, parecen avanzar hacia el llano.

Las raíces del pliegue no son conocidas, aunque lógicamente debe asegurarse que han debido quedar al Sur.

Nickles dice haber hallado al Norte de Alcoy, en la Sierra Mariola otro pliegue con arrastre y cobijadura tan claro e interesante como el anterior citado.

Existen paralelamente a la falla del Guadalquivir, es decir al rumbo E. NE. a S. SO. otras varias; una de las cuales es la denominada Genal-Turón, que afecta a la Serranía de Ronda, y se repiten transversalmente con el mismo rumbo de aquélla, como consecuencia de la repercusión originada por aquel hundimiento.

Al N. y NE. de la Bética aparecen los terrenos secundarios y terciarios circunscritos a lo que denominamos Subbética y al S. y SE. el Estrato cristalino y el Cambriano que forman la Bética propiamente tal. Esta sección se prolonga hacia el Suroeste constituida semejantemente formando la Serranía de Ronda, existe sin embargo un doble cambio de dirección en forma de S trazada con las Sierras de Castillejos, Cartagima y Parauta, también semejantes a las anteriores.

Las faldas Norte de estas últimas cumbres se separaron por fracturas del Triásico que se muestra en una faja recubierta a trechos por isleos terciarios de bastante extensión, como los que sustentan las vegas de Guadix y de Granada. Abundan los asomos ofíticos a lo largo de aquellas fracturas.

Las micacitas de Sierra Nevada que recubren el tramo inferior de los gneis y dolomías de Almirajara y las de Sierra de Filabres, que es su prolongación hacia el NE., for-

man anticlinales del mismo rumbo.

Con el primero se enlaza hacia el SO. el de Almirajara, de rumbo NO. a SE., y por consiguiente forma con aquél una V, y produce un salto que viene a poner en contacto las dolomías inferiores con las micacitas del tramo superior. Este salto corresponde a la gran fractura que va de Motril a Zafarraya.

Al Este de Sierra Nevada se observa otro cambio brusco que desvía hacia el Norte el eje anticlinal de la Sierra de Baza y el de la de las Estancias por el intermedio de la falla de Guadix a Cabo de Gata. Es muy probable que estas desviaciones sean una consecuencia de la heterogeneidad de los empujes y de la cohesión de los materiales que originaron las fallas transversales, así como del corrimiento y desviación de las secciones intermedias.

Al plegarse los estratos y al producirse por rotura de éstos las fracturas longitudinales que suelen ocasionarse en el levantamiento de las cordilleras, habrán de sobrevenir necesariamente desgarres de dirección paralela al desplazamiento de los terrenos, que se pliegan cediendo a los empujes tangenciales de igual sentido, porque éstos no son los mismos en todo el eje de los pliegues, ni aquéllos son homogéneos y con la misma cohesión, y por lo tanto los desplazamientos no pueden ser uniformes en todo su frente.

Los bordes de las roturas resbalan y basculan dejando grandes huecos que después forman depósitos de materiales caóticamente acumulados, procediendo de la zona fracturada de aquéllos, y constituyen zonas de mínima resistencia a la denudación, que se convierten después en valles, y profundos recipientes de materiales terciarios. Tal pudo ser el origen de los valles del Guadalhorce y del Andarax.

Las fallas transversales a que hacemos referencia, son según el Sr. Orueta de origen herciniano, porque parecen afectar solo a los materiales cristalinos y primarios; si bien Barrois y Offret dicen que aparecen seccionando los estratos triásicos. Existe, a nuestro entender, una circunstancia que abona la opinión del Sr. Orueta que se refiere a la estratigrafía del Siluriano que ya apuntamos en el capítulo correspondiente y que explicaremos al fin de este; pero conviene conocer que los movimientos hercinianos tuvieron lugar en nuestra península entre el Dinantiense y el Estefaniense con repercusiones al comienzo del secundario, y por lo tanto las fracturas dichas pudieron corresponder a esta última fase, de ser cierto lo que afirman dichos geólogos; en cuyo caso afectarían seguramente al Triásico; pero este terreno ha experimentado anteriormente a la deposición de los materiales terciarios, un fuerte derrubiamiento que afecta sobre todo a la zona inferior de las depresiones y es bien difícil encontrar isleos del mismo sistema superpuestos a las fracturas o al borde de ellas.

**Historia geológica de la región.**—Con las ideas expuestas tratemos de trazar, siquiera a grandes rasgos, la historia geológica de la Bética.

Será muy difícil dilucidar si una gran parte de los estratos de esta región, clasificados como cambrianos apesar de su carencia de fósiles, no son materiales pertenecientes al Estrato cristalino. Refiriéndonos muy especialmente a aquellos que ofrezcan la naturaleza y facies de los que en otras localidades encierran la fauna primordial que aquí en ninguna parte aparecen, deduciremos por la concordancia con aquel estrato que no hubo movimientos dignos de hacer notar entre ambos períodos. Por entonces el mar

cambriano cubría toda la Andalucía, y al final de este período una regresión la hacía emerger sobre la superficie de las aguas.

Los movimientos hercinianos dieron lugar a los más señalados accidentes orogénicos de toda nuestra Península, accidentes característicos del relieve que aun subsiste en sus principales rasgos. Al finalizar aquéllos tuvo efecto la transgresión triásica que originó con algunas alternativas la sedimentación de sus materiales. Los plegamientos hercinianos tuvieron por consecuencia los dos sistemas normales de fracturas y a la vez los desplazamientos y cambios de rumbo de las distintas porciones de los anticlinales béticos. Ambos sistemas sirvieron de conductos de ascenso a las ofitas, rocas básicas que aparecen atravesando el Estrato cristalino y el Cambriano, que la denudación posttriásica puso al descubierto; así como por las fracturas transversales Sureste Noroeste ascendieron las peridotitas que hoy asoman con tanta abundancia a la superficie, y que debieron formar inmensos lacolitos en zonas entonces profundas (1). En la Serranía de Ronda, a partir de la falla de Málaga se muestran estas rocas que con sus variedades de peridotitas, lertzolitas, noritas y dunitas constituyen el tipo básico de profundidad que contiene a mayor abundamiento concentraciones de hierro magnético, platino, níquel y cromo (2).

(1) Las peridotitas se consideran generalmente como rocas abásicas. Esteinman ha hecho notar la presencia de las intrusiones de rocas verdes asociadas en general a esquistos de radiolarios de mar profunda, pretendiendo investigar la razón de esta coincidencia tan frecuente en puntos muy alejados entre sí, y lo es también la aparición de rocas muy básicas en medio de los Océanos.

(2) Son dignos de notar por la importancia que alcanzan, los yacimientos de Pedroso (Sevilla) que son masas de oligisto armando

Se encuentran rocas verdes en diversos horizontes en todo el Atlas Mediterráneo y la cordillera Bética desde Túnez a Gibraltar y hasta Baleares.

En distintos puntos de Europa aparecen las mismas o derrubios de ellas; en el interior de regiones intensamente dislocadas hacia la región frontera y no más al Norte que al Sur, debiendo ser considerados como una consecuencia de los movimientos tectónicos.

Los movimientos y los pliegues subsiguientes se amortiguaron a partir del Numulítico y todos los estratos superpuestos permanecen horizontales o con débiles inclinaciones; y sus dobleces y fracturas participan a lo sumo de los movimientos de báscula y desplazamientos determinados por haces de las mismas, que originan afloramientos repetidos de un mismo horizonte y vaguadas paralelas a los pliegues primitivos.

Entre el Numulítico y el Helvético hubo regresión que duró todo el Oligoceno, y el Atlántico volvió a penetrar al comenzar el segundo, en el valle del Guadalquivir. Como dijimos antes, entre la Hoya de Málaga, cubierta por el canal principal Mediterráneo, y el Guadalquivir existía a través de la Garganta del Chorro, una comunicación de lo que son huellas evidentes los depósitos miocenos subsistentes en las Mesas de Villaverde y los Hachos de Álora y Pizarra.

El estrecho Bético del Norte, según Gentil, constituye el primer canal que existió durante el Mioceno entre el Atlántico y el Mediterráneo; después se abrió el estrecho Rifeño y seguidamente la comunicación por Gibraltar; pe-

---

en las pizarras cristalinas; y los de Navalazaro que, con seguridad, tuvieron el mismo origen, y cuyo relleno está compuesto de hierros magnéticos con granate y pistazita en caja de gneis.

ro no estuvieron nunca abiertas a un mismo tiempo las tres comunicaciones, sino que se sucedieron en el orden referido desapareciendo el uno casi simultáneamente cuando se abría el siguiente.

Coincidió la separación del canal del Guadalhorce al final del Helvético o sea al mismo tiempo que el mar hacía regresión en el valle del Guadalquivir.

No existen indicios de que el mar plioceno volviese nuevamente a cubrir esta última depresión y a partir de dicha época toda la costa meridional de Murcia y Andalucía empezó a elevarse continuando hasta época reciente y quizá continúa en la actualidad, por lo que ha podido comprobarse en los alrededores de Málaga y Gibraltar.

Cuando en el capítulo anterior tratábamos del carácter estratigráfico de los terrenos, establecimos una división en secciones de las que la situada al Oeste de la falla de Málaga, ofrecía el carácter de formaciones originariamente más profundas, que las situadas al Este que comprenden las dos provincias de Granada y Almería. Veníamos a deducir de ello que la denudación había sido en esta sección mucho más intensa, por haber permanecido con mayor relieve, y por lo tanto más levantada con relación a las otras secciones de la porción oriental.

Pero no podemos dejar aparte la opinión del Sr. Orueña respecto a la antigüedad de las fallas que afirma ser anteriores al Triásico, lo cual al principio del capítulo que precede prometíamos confirmar después, teniendo en cuenta la distribución superficial de los estratos silurianos.

Éstos aparecen destruídos y acarreados por derrubiamiento en la porción al Este de la falla de Motril y Zafarraya (Región de Vélez Málaga) y se ha conservado al Oeste, por diferencias en elevación de los bordes de aqué-

lla producidas antes del período triásico; siendo ésta mayor al Este que al Oeste. De serlo posteriormente, la erosión hubiera afectado antes a los materiales triásicos que se les superponen, mientras que por el contrario se ve a éstos en todos los lugares al Este de las fallas, sin excepción alguna, que son suprayacentes directos al Estrato cristalino o Cambriano, y al Siluriano en la porción Oeste. Por otra parte el Siluriano se extiende, sin otra interrupción, desde Vélez a Gaucín, que la que producen los lacolitos al descubierto de dunitas y peridotitas.

Quizá existe y se oculta bajo los terrenos más modernos apareciendo nuevamente sobre la meseta central hacia el Noroeste de esta zona y a partir de la falla del Guadalquivir. Ahora bien, esta circunstancia obliga a suponer hundido el borde Oeste de la expresada falla de Motril Zafarraya. mientras que lo que dijimos al principio, la presencia superficial de los batholitos peridóticos y sus característicos criaderos de origen profundo, acusan un mayor relieve posterior de esta porción, lo cual demuestra las oscilaciones que estas grandes dovelas han experimentado.

Tanto en Granada y Almería, como en la provincia de Murcia, se acusa una fuerte denudación posttriásica que ha puesto al descubierto los criaderos metalíferos de edad herciniana, que se relacionan con las interposiciones ofíticas, que tan diseminadas aparecen en aquel terreno y en los infrayacentes, si bien recubiertos en muchos puntos por materiales mesozoicos y neozoicos; y existe además el tipo de criaderos de origen terciario, subordinados a las calizas, dependientes de las formaciones traquito andesíticas, que producen masas estratificadas o irregulares; pero cuyas metalizaciones se concentran también en los contactos y en las fracturas que atraviesan las ro-

cas del Estrato cristalino, y producen a la vez impregnaciones en las areniscas terciarias y en los conglomerados, con sustitución de los elementos calizos de éstos (Mioceno de Cartagena, areniscas psamíticas que contienen *pleuromectia Cartaginensis*).

En la parte dedicada a la metalogenia del Hierro, al definir la provincia metalogénica a que pertenecen los criaderos de esta especie, cuya descripción corresponde a nuestro tomo, nos extenderemos algo más en estas consideraciones que no dejan de ofrecer un gran interés.

## CAPÍTULO IV

### DEFINICIÓN DE UNA PROVINCIA METALOGÉNICA EN VISTA DE LOS ANTECEDENTES ANTERIORMENTE EXPUESTOS (1)

---

La práctica nos sugiere constantemente ciertas dudas a los profesionales mineros: por ejemplo la razón de la existencia de un criadero en un cierto lugar, y cual pueda ser su origen; las diferencias que resultan entre los terrenos mineralizados por la ausencia absoluta o presencia en ellos de uno o varios minerales. Como consecuencia lógica es frecuente plantear la siguiente cuestión: ¿qué variedad de criaderos debe esperarse hallar en un país cuya constitución geológica conocemos y por lo tanto qué relación existe entre la estratigrafía y la orogenia y la mineralización de los terrenos?

Es indudable que existe tal dependencia. Entre el tipo tectónico y el metalogénico de una cierta región hay tal enlace, que, comparados entre sí, podrían llegar a deducirse mutuamente el uno del otro; y hecha esta comparación en multitud de casos, creemos que algún día se establecerán leyes tanto más exactas cuanto más se apoyen en un mayor número de ejemplos.

Si las metalizaciones se relacionan como creemos con las rocas hipogénicas intrusivas; si el medio en que las

---

(1) De Launay.



primeras se concentran está constituido por huecos o fracturas que obedecen a las dislocaciones de los terrenos; si dichas rocas se distribuyen según su composición a distintas profundidades; y si existe por consiguiente relación por tal concepto entre la profundidad a que hoy aparecen, como consecuencia de una más o menos enérgica denudación, y la que tuvieron originariamente, deberemos deducir que toda zona de terrenos, cuyo magma profundo original, de donde proceden las expresadas rocas hipogénicas sea el mismo, será de idéntica condición. Aquél se comprenderá en una misma coordinada serie de plegamientos y dislocaciones, o sea en el mismo plan tectónico, y se caracterizará por la presencia de ciertos compuestos minerales; habiendo alcanzado la denudación por todas partes la misma intensidad; o por determinada forma de criaderos en vista del medio en que se efectúa su depósito, dependiendo éste de las condiciones físicas y químicas de las rocas de caja, muy especialmente de la presencia de materiales calizos que ofrecen gran aptitud para determinar su precipitación. Es decir, una región de un cierto interés científico o aun industrial minero por sus manifestaciones superficiales, en donde concurren tales circunstancias, será una provincia metalogénica o corresponderá parcialmente a ella.

Pero no deja esta concepción de ofrecer grandes dudas o ser susceptible de objeciones.

Los cuerpos o elementos químicos permanecen en la piroesfera en orden de densidades más o menos aproximadamente. Las remociones producidas en aquélla por los fenómenos orogénicos y sus causas originarias, hacen que éstos en todo momento se desplacen para ocupar porciones de la misma cada vez más cerca de la periferia. Dichas sustancias han sufrido acciones de transporte en los

distintos períodos de movimientos tectónicos, y han debido elevarse tanto más cuanto mayor sea su solubilidad en aguas calientes cargadas de cuerpos mineralizados; por lo mismo será difícil diferenciar la edad de las formaciones filonianas, por la composición de los criaderos, porque en todo fenómeno eruptivo ha debido haber arrastre de sustancias metálicas y la variada composición de sus concentraciones en extensión superficial se debe a la heterogeneidad del magma matriz.

No debe olvidarse sin embargo, que ciertos cuerpos caracterizan las profundidades relativas o mejor dicho las distancias del magma original, por la facilidad de conservarse en disolución a una temperatura dada y que para los criaderos que aparecen en la actualidad en una zona superficial o sea la que está a nuestro alcance, mayor antigüedad supone mayor intensidad de derrubiamiento y revelación de una zona más profunda; sin perjuicio de que en los primeros tiempos geológicos la corteza tuvo menor espesor y más elevada temperatura, y cada cuerpo mayor capacidad ascensional respecto a la superficie de entonces.

El ascenso de las rocas hipogénicas debió ser en cada momento el primer agente portador, y por lo tanto, cada formación metalífera se relacionará con un período eruptivo o sea un período de plegamientos y dislocaciones de la corteza terrestre cuya edad determinará la de este último.

Esta relación no puede por el momento establecerse más que por la presencia de dichas rocas en las proximidades de los criaderos, en sus contactos o formando cuerpo con ellos, en forma de secreciones magmáticas o periféricas, con carácter exclusivo.

El país en donde pretendemos hacer nuestro ensayo de

adaptación de estas modernas ideas que son consecuencia de los fundamentos esenciales de la ciencia metalogénica, comprende una extensión de terrenos sometidos a las dislocaciones alpinas o terciarias, que ha sufrido en su totalidad las mismas vicisitudes, y que muestra un diastrofismo muy acentuado, debido a los movimientos precedentes hercinianos, que parecen servir de armazón a los macizos de montañas terciarias; estando los primeros ocultos o enmascarados en totalidad por las rugosidades y quebradas pendientes de las últimas (1); en la que los rasgos de los plegamientos huronianos y caledonianos son solo vestigios borrosos que se acusan por la estratificación curvosa o plegada al detalle de las rocas cristalinas; las cuales se nos muestran hoy por medio de acciones meteóricas, por fracturas y por los desplazamientos de las dovelas en que éstas han subdividido los terrenos.

Es decir, una región cuya tectónica obedece a un solo plan con caracteres o rasgos idénticos, salvo la intensidad o magnitud de los fenómenos originarios, se caracteriza por una primera fase discernible, a pesar del fuerte derrubiamiento a que ha estado sometida antes de la sedimentación de los materiales mesozoicos; una segunda fase de plegamientos postríasicos (2), que produjeron superficies quebradas con pliegues no muy acentuados de estos estratos en estratificación discordante con los terrenos más antiguos, cuyo relieve se acentuó por los plegamientos terciarios o alpinos; y por último una fase

(1) La sinuosidad más extremada es uno de los rasgos distintivos de los pliegues hercinianos.

(2) Durante el secundario el diastrofismo ha sido muy atenuado aunque no hayan dejado de manifestarse los movimientos epirogénicos, tanto en los geosinclinales, como en las áreas continentales.

En la zona meridional de las Alpujarras se muestra el mismo mineral asociado al cobre gris, a los sulfuros de cobalto y níquel, o a las hematites en las pizarras talcosas que sirven de asiento a las calizas dolomíticas del triás. Esta asociación de minerales justifica su antigüedad. Se diferencia teórica y prácticamente por la disposición variable de la fractura en donde estos metales vinieron a depositarse.

En las regiones citadas de Túnez y Argelia se comprueban variaciones del relleno a medida que se alejan de la zona eruptiva costera; empezando por dominar el hierro, después le sigue el plomo y por último el zinc. En Cartagena se observa una sucesión análoga en menor espacio, es decir, en un área comprendida en un círculo de 5 a 6 km. de diámetro: el cobre y el estaño yacen en las proximidades del centro eruptivo principal (Cabezo Rajado a Santi Spiritus). Siguen después la galena, blenda y pirita que por oxidación se transforma en calamina, cerusita y limonita u oligisto, y por último el zinc, y el hierro y manganeso al estado de carbonato.

Los afloramientos hipogénicos de la zona en cuestión acusan un derrubiamiento más o menos intenso en la parte interna del arco montañoso. De ellas se desprendieron fumarolas con los metales de los filones que las aguas termales disolvieron y arrastraron, a tanta más distancia cuanto más soluble fueron aquéllos, produciéndose así la diferencia acusada en su relleno.

En cuanto a la edad de los criaderos diremos que en las provincias de Almería y Granada, predominan los hercinianos o post-triásicos que se enlazan con el levantamiento de los primeros anticlinales y el ascenso de las rocas hipogénicas que les siguieron (ofitas, diabasas y dioritas).

En la de Murcia se encuentran también los criaderos magnéticos de Cehegín y Calasparra que son secreciones magmáticas, o concentraciones de magnetita, favorecidas por el contacto de las calizas triásicas con las ofitas; también los hierros de Sierra de Enmedio, cuyo origen está en las mismas rocas que afloran por grandes extensiones, pero cuya mineralización se concentra en las calizas triásicas, o rellena las grietas o desoldaduras de las pizarras cristalinas subyacentes.

En Cartagena, distrito sumamente complejo, de cuya constitución hemos publicado algunas notas en el Boletín del Instituto (1), existen muestras de mineralizaciones hercinianas, aun no claramente definidas. Los hierros de Peñas Blancas y Carrascoy parecen también depender de las ofitas que en numerosos apuntamientos allí aparecen.

Estos plomos en forma de galena o carbonato, mezclados en muchos casos con calaminas que arman en las calizas triásicas con carácter de generalidad; (Escombreras y San Julián, Gádor y Lújar y Sierra de Baza, etc.); cuyas galenas suelen ser tan puras como pobres en plata, y en tal proporción y con tan grande constancia que la caliza que los encierra se ha llegado a distinguir estratigráficamente por la denominación de *caliza metalífera*; tienen todas indudablemente un mismo origen contemporáneo de las diabasas y dioritas (2) que atraviesan el Triásico con

(1) Tomo III, 3.<sup>a</sup> Serie, pág.<sup>a</sup> 156.

(2) Por la gran constancia con que aparecen estas rocas verdes entre los materiales triásicos, y el suponerse que no presentan raíz o prolongación en sentido vertical, se las ha supuesto un origen semi-neumatolítico, semi-deutógeno. Hipótesis desmentida por los muchos casos comprobables de dioritas y diabasas que atraviesan las pizarras cristalinas bajo las calizas triásicas que se les superponen en Cartagena y en Sierra de Enmedio.

transgresiva de sedimentos de la misma época bajo las aguas mediterráneas de carácter oscilatorio que ha originado principalmente pliegues alpinos; después hundimientos y elevaciones que originaron alternancia de sedimentos marinos y lacustres.

Tuvo esto efecto principalmente en la parte SE. de la Cordillera Bética o sea en los terrenos que comprenden la mayor parte de las provincias de Almería y Murcia y el Este y Sur de la de Granada.

Pero las dos provincias que nos ocupan no forman exclusivamente parte de la provincia metalogénica que pretendemos definir. Abarca además ésta la Bética (zona oriental) el sistema Sardo Córcego, la Argelia, Túnez, el Arco bético marroquí, y por último la vertiente Sur de la meseta Ibérica, en donde se muestran notables criaderos plumbo-cincíferos de origen herciniano.

**Caracteres generales de los criaderos que se comprenden en la misma.**—Existen terrenos cristalinos con masas de oligisto y magnetita (Mokta el Hadid, Argelia y Benibufro, Marruecos); se repite el caso en Marbella al Poniente de Málaga. A parte de éstos existen por todas partes yacimientos filonianos terciarios oxidados hasta el nivel hidrostático, que en unos puntos se encuentra muy profundo, por lo quebrado de las cordilleras recientemente plegadas, como en Argelia y Túnez; en mucho menor grado en Cartagena, en lo que a la profundidad se refiere; pero de mayor desarrollo en sentido horizontal, hasta el punto de que se tiene este distrito como esencialmente compuesto de minerales oxidados; y menos todavía en Mazarrón y Almagrera en que la zona de oxidación es casi por completo desconocida en la mayor parte de las minas.

Estos típicos criaderos parecen haberse formado al mismo tiempo y pertenecen a un mismo grupo de clasificación; a pesar del metamorfismo aparente y la nueva disolución y reprecipitación de ciertos elementos por acción epipolhídrica, y el predominio de algún metal en cada uno de ellos.

Proceden sin duda de erupciones terciarias de las que tantas manifestaciones existen en la faja de terrenos que se extiende a lo largo de la costa. Son de origen profundo y suelen presentar un relleno sulfurado complejo (1) de cobre, plomo, zinc, hierro, antimonio y en algunos casos, aunque muy escasos, mercurio.

Este último metal sin embargo suele aparecer accesoriamente en los criaderos de esta región y en manchas de las calizas triásicas como acontece en Alumbres (Cartagena), y su presencia conviene con formaciones superficiales o poco profundas, carácter necesario de los filones terciarios o de las masas metasomáticas que con ellos se relacionan. No hay que olvidar sin embargo que este carácter de superficialidad hay que referirlo a la morfología de los terrenos en el período de formación de los criaderos y que estas emanaciones pueden corresponder a períodos antiguos y ser superficiales.

Desde Torbiscón al Norte de Ugíjar, en unos 20 kilómetros de distancia, se presenta el cinabrio, que reaparece en la vertiente Noreste de Sierra Nevada, desde Ferreira a Purchena al través de la Sierra de Filabres.

(1) El sulfuro de hierro suele ser como sabemos de forma originaria de los criaderos oxidados de la caliza; exceptuándose el caso de sustitución de aquellas calizas triásicas o cristalinas por el carbonato de hierro con la doble descomposición entre el sulfato de este cuerpo y el carbonato de cal en un medio reductor.

gran profusión, y son indudablemente criaderos dependientes de los últimos movimientos y pliegues hercinianos. Para mayor confirmación de ésto, vemos en Vélez Rubio y en Cartagena que el cobre, mineral profundo, se asocia con aquellos minerales.

Los yacimientos en rosario de Sierra de Gádor y de Lújar que acabamos de citar, están formados de galena débilmente argentífera y carbonatos de plomo con ganga de cal carbonatada y fluatada parecen pertenecer, por la presencia del flúor, ganga de los minerales de estaño, a formaciones profundas y tanto por esta circunstancia como por su situación son por lo menos post-triásicos (1).

En algunos lugares se ven rocas verdes ofíticas atravesando el Jurásico con mineralizaciones de hierro magnético, galena y calamina, como ocurre en Montillana, al Norte de la provincia de Granada. Deben ser dependientes de las mismas rocas ofíticas, los yacimientos de plomo argentífero y cobre del Molinillo, próximos a algunos asomos de las mismas.

En términos generales ya hemos dicho que la edad apropiada de los criaderos debe deducirse de las rocas eruptivas que afloran en sus inmediaciones.

Éstos aparecen aquí en series correspondientes a las dos edades señaladas, post-triásicas y terciarias. Los refe-

El Ingeniero Czyszkowski no cree que estas rocas hayan originado acciones neumatolíticas; pero nuestro parecer es que toda roca hipogénica debió traer consigo emanaciones metalíferas y que éstas en mayor o menor intensidad han debido producir concentraciones de tal especie. Habrá que distinguir siempre si como rocas intrusivas profundas se ligan con rocas más o menos ácidas de menor profundidad encerrando las correspondientes metalizaciones desaparecidas con ellas por derrubiamiento.

(1) Repercusiones de los movimientos hercinianos que debieron producir pliegues póstumos.

ridos anteriormente que más abundan en la región son por lo tanto filones terciarios que resultan encajados en materiales diversos de la serie estratigráfica, que comprende desde el Primario al Mioceno con las soluciones de continuidad ya dichas; pero algunos de ellos se encuentran en los terrenos secundarios, jurásicos y cretáceos; y los más importantes en aquéllos que por su estructura o su composición química ofrecen condiciones más favorables a la mineralización, como son los niveles calizos que tanto abundan entre las margas y los esquistos arcillosos.

En la zona repetida de Argelia aparecen estas capas o mantos metalíferos tanto mejor marcados y accesibles al laboreo, cuanto que las fracturas longitudinales hacen aparecer con los pliegues seccionados los bancos sustituidos por el hierro en grandes longitudes.

En la Península por el contrario, los mismos terrenos carecen casi en absoluto de mineralizaciones u ofrecen débiles manifestaciones de las mismas hasta el punto de que los afloramientos de los criaderos de la región del mediodía de las cordilleras, sobre las pizarras y mármoles antiguos y las calizas triásicas, hacen ausencia completa en cuanto estos terrenos se ocultan o enmascaran por aquéllos (1).

En Cartagena un cierto espesor de materiales miocenos, influido quizá por hundimientos que se deben a oscilaciones epirogénicas, encierra criaderos ferríferos y plumbocincíferos en forma de impregnaciones de areniscas; sustituciones de los elementos rodados calizos de las capas

(1) Son excepción los criaderos de Montillana, citados anteriormente.

de conglomerados, o bien rellenando fisuras de unos y otros materiales.

Las oscilaciones que originan estos fenómenos tienen clara comprobación en algunos puntos en donde aparece la zona oxidada a profundidades mayores de 200 m.; siendo allí el límite, por término medio de las acciones secundarias, la profundidad de 100.

**Deducciones.**—Existe una completa semejanza respecto a los terrenos entre las dos provincias de Murcia y Almería.

En ambas se comprueba la influencia de dos períodos distintos de plegamientos y de ascenso de rocas eruptivas y desde luego este carácter especial contrasta con los yacimientos y asomos hipogénicos, que se ven en aquella parte de la Cordillera Bética que cae hacia el Oeste de la falla de Málaga.

En la provincia de Granada hay ausencia completa de testigos de erupciones terciarias; y los movimientos hercinianos predominan en la misma a juzgar por sus huellas en relación al resto del conjunto geológico que estudiamos.

Las erupciones terciarias se muestran en toda la zona sobre la costa; las erupciones postríasicas se reparten uniformemente de Norte a Sur y de Este a Oeste en todo el resto de la región metalogénica considerada.

Las primeras ofrecen el carácter de formaciones superficiales o hipabisales; las segundas de formaciones abisales; el magma regional pudiendo ser el mismo, puesto que las diferencias entre unas y otras se deben sobre todo a la profundidad de cristalización, siendo más antiguas las básicas, no sólo porque acusan una mayor denudación, sino porque corresponden a un derrubiamiento preterciario.

Por regla general los estratos calizos son materiales propensos a las grandes concentraciones metalíferas y encierran por todas partes criaderos más o menos importantes. Los criaderos más homogéneos que cubican mayor número de toneladas y son de forma más regular, aparecen con las calizas cristalinas; debiéndose esta preferencia a la mayor pureza del carbonato de cal y mayor atacabilidad por las disoluciones metalíferas ácidas. En la provincia de Granada y Oeste de Almería, abundan los criaderos que arman en los mármoles generalmente hercinianos.

En el mediodía de ésta y en la de Murcia los criaderos se encajan en las calizas triásicas porque los mármoles han sido denudados en muchos puntos antes de la precipitación de aquéllos (1).

Las calizas jurásicas y cretáceas son completamente estériles porque no se habían sedimentado cuando se formaban las mineralizaciones hercinianas; y en cuanto a las terciarias las porciones de aquellos estratos que apare-

(1) Existe una diferencia esencial entre los minerales de las provincias de Granada y Almería y los de Murcia. Aquellos arman por regla general en la segunda capa de caliza o sea el mármol; estos últimos en su mayor parte en las calizas triásicas. Las primeras, calizas más puras y más homogéneas, más fácilmente atacables en grandes masas, han producido criaderos de mayor riqueza y uniformidad y en masas más compactas y regulares; los de las calizas triásicas se distinguen por su irregularidad, diseminación y subdivisión en concentraciones de menor importancia que exigen un disfrute caro y débilmente remunerador.

En la provincia de Murcia, existe indudablemente, un fuerte contingente de minerales de hierro. Muy pocos de ellos han sido totalmente explotados; porque se lucha con la dificultad de transportes; y el escaso tonelaje de cada masa explotable impide la instalación de los medios diversos de transporte perfeccionados que imposibilita su amortización.

cen emergidas y accesibles a nuestro examen se sitúan en regiones alejadas de los apuntamientos de las rocas hipogénicas referidas.

Los hierros de Colomera (Granada) que arman en las calizas jurásicas constituyen también una excepción que tiende a desvirtuar la hipótesis que acabamos de exponer.

En los terrenos próximos a las provincias de Almería y Granada que se extienden por las vertientes NE. de Sierra Nevada, Norte, Oeste y Sur de la de Filabres, existe una extensa formación filoniana en caja de micacitas, que se enlazan con las masas de sustitución de las calizas y los mármoles suprayacentes, que parecen ser contemporáneas de aquéllos y estar subordinados desde luego a los diversos asomos de ofitas y dioritas que se esparcen por la región.

Su relleno es sulfurado en las primeras, compuesto por carbonatos y óxidos en los mármoles. En unos puntos desaparecen éstos y solo existe la zona sulfurada como ocurre en Jérez del Marquesado y en Lanteira, el Tesorero y Olula de Castro; en otros se ven los mármoles sustituidos por el carbonato de hierro, oxidado después en forma de oligisto y limonita, sin que las labores hayan descubierto todavía la zona sulfurada de los estratos inferiores como ocurre en Alquife y en Bacaes. Ha debido existir la misma formación en Almagrera en la que solo restan los sulfuros de las pizarras; y existen ambas perfectamente comprobadas en Cartagena con un gran desarrollo y una intensa metalización. Pero en esta localidad la zona mineralizada alcanza a los mármoles sustituidos por galeña, blenda y piritita con carbonato de hierro y manganeso, y también a las calizas triásicas con mucha mayor potencia.

Desde Granada hasta Cartagena y Baleares se ven trazas de una misma formación metalífera litoral, que per-

tenece en términos generales al permo-trías (1) en la que aparecen filones de la formación G. B. P. tan claramente determinados comparables, sino por su importancia, por su carácter y forma, a los de Linares y La Carolina que yacen en la vertiente herciniana meridional de la meseta.

Esta preponderancia de las mineralizaciones por influencia de los niveles calizos y la probable copiosidad del flujo de aguas termales ferruginosas, es el motivo de que los yacimientos más abundantes sean los de minerales de hierro, y que aparezcan éstos con tan gran diseminación asociados, o no, a otros metales.

Las masas eruptivas terciarias que se repiten en la zona costera meridional; en Cabo de Gata, Mazarrón y Cabezo Rajado ofrecen la particularidad de contener criaderos en sus contactos con las rocas sedimentarias o en fracturas de su propia masa, lo cual supone una fase de dislocación y mineralización posterior al momento en que la roca se solidificó.

Desde luego los asomos eruptivos enumerados, que todos ellos tienen rocas hipobisales, son batholitos puestos al descubierto por la denudación. En algunos de éstos se originaron posteriormente fracturas por donde dejaron paso a los basaltos, que se muestran hoy en formas columnarias sobre los primeros, como se ve en Rodalquilar (Cabo de Gata) y constituyeron cráteres terciarios próximos a la costa o en la costa misma y en las tierras interiores de la cordillera Bética; destruidos y acarreados por agentes meteóricos. Aparecen muy caracterizados por las coladas, lapilli y lavas cordés que se conservan con su es-

(1) Algunos geólogos han clasificado las calizas tenidas por triásicas como permeanas. Existen razones para juzgarlo así; y no hay pruebas evidentes de que correspondan al triásico.

tructura original, el Cabezo Negro del Puerto del Judío (Cartagena), el Cabezo de la Tía Laura, que con los de La Fraila y La Media Legua, que parecen coladas también vertidas sobre el Mioceno, corresponden a un segundo cráter próximo, al Levante de Cartagena; y por último los Cabecitos Negros de las inmediaciones de Fortuna (Murcia) mucho más derrumbados y mostrando quizá secciones en planta de las chimeneas o conductos ascensionales de las lavas (1).

Como complemento de estas modestas ideas añadiremos en forma de cuadros una descripción y clasificación de la mayor parte de las zonas metalíferas de Granada y Almería. Las citas que han sido hechas respecto a la provincia de Murcia no lo han sido sino accidentalmente y para aportar la mayor cantidad posible de elementos de juicio.

(1) Fuera de la región considerada, pero muy inmediata a ella, en Cofrentes (Valencia) y en la confluencia de los ríos Júcar y Cabriel existen también muestras muy caracterizadas de otro volcán terciario de cuyas coladas es la peña del Fraile uno de los testigos.

LOCALIDAD	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES
<b>ALMERÍA</b>	<b>PLOMO</b>			
Herrerías de Cuevas.....		Calizas triásicas .....	Criaderos epigenéticos metasomáticos.	
Sierra Alhamilla.....	En la misma masa de los hierros o en contacto con ellos y en impregnaciones en las pizarras del yacente de las calizas.	Triásico y Estrato cristalino.	Epigenéticos.	
Bédar.....	Masa estratificada compuesta por una brecha de fragmentos de caliza dolomítica con cemento de galena.	Calizas triásicas.....	Epigenéticos metasomáticos.	
Gádor, La Cumbre, el Fondón, Presidio y Laujar.	Mantos que siguen la estratificación o la cortan oblicuamente, en nudos, bolsadas y vetas irregulares.	Calizas triásicas y dolomías.	Epigenéticos metasomáticos.	
Laujar, Paterna y Bayarcal	Filoncillos en las pizarras.....	Estrato cristalino.....	Epigenéticos.	
Chirivel, Cerro de las Ánimas, de la Monja y del Fraile.	Vetas de galena .....	Areniscas rojas.....	Epigenéticos.	
Vélez Rubio.....	Galena asociada con carbonatos de cobre.			
Vélez Blanco.....	Filones de galena que arman en cali a .....	Jurásico.....	Epigenéticos.	
Oria.....	Filones pobres de galena hojosa con rumbo E. a O.		Epigenéticos.	
Pilar de Jaravia.....	Galenas bastante argentíferas.....	Calizas triásicas y pizarras cristalinas.	Epigenéticos.	
Almagrera.....	Filones con galenas muy ricas en plata y ganga de siderita. Por los soplados (huecos o geodas) circulan aguas termales.	Micacitas granatíferas del Estrato cristalino.	Epigenéticos filonianos.	



LOCALIDAD	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES
Rodalquilar y Cabo de Gata.	Filones de galena argentífera con caja de rocas traquito-andesitas. Carbonato y molibdato de plomo.....	Rocas hipogénicas ácidas modernas.	Secreciones periféricas.	
Mojácar .....	Criaderos diversos relacionados con diabasas.		Epigenéticos.	
Carboneras .....	Filones de galena .....	Talquitas y traquitas.....	Epigenéticos filonianos.	
Albox. Canalizos de Partalola, Serreta del Castillo de Huércal-Overa.	Vetas de galena y cuarzo.....	Pizarras: Estrato cristalino y Cambriano.	Epigenéticos.	
Solana de Cóbdar, Colinas de Pulpí.	Criaderos de galena.....	Calizas compactas.....	Epigenéticos metasomáticos.	
<b>GRANADA</b>				
Calares de Turón.....	En forma de rosario.....	Triásico: calizas.....	Epigenéticos metasomáticos.	
Sierra de Lújar .....	Tienen gran analogía con los de Gádor. Son masas muy semejantes y del mismo origen que las del Raible. La calamina suele asociarse al carbonato de plomo.	Calizas triásicas.....	Epigenéticos metasomáticos.	
Sierra de las Guájaras.....	Galena relleno de grietas de las calizas dolomíticas con arcillas que forman también bolsadas con vanadato de plomo.	Triásico		
Sierra Almirajara. Alfacar, Huétor Santillán. Dilar, Quéntar, La Pezà.	Tienen el mismo carácter que los anteriores citados y los de Lújar y son como ellos pobres en plata. Se asocian con los mismos los carbonatos, silicatos y sulfuros de zinc.	Calizas triásicas .....	Epigenéticos.	
Baza, Charches y Gor.	Bolsadas en rosario, como en Sierra de Gá-	Calizas triásicas		

LOCALIDAD	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES
	dor y Sierra de Lújar.			
Vélez de Benaudalla, Albuñuelas, Gúejar Sierra, Alhama, Padul, Dilar, La Peza.	Mineralizaciones superficiales en forma de capas irregulares de Wulfenita (Molibdato de plomo).	Calizas triásicas y cristalinas.	Epigenéticos metasomáticos.	
Baza (Calar de Santa Bárbara).	En quebradas y grietas con minerales de plomo.	Calizas triásicas.		
<b>GRANADA</b>	<b>ZINC</b>			
Motril y Otivar	Calaminas	Calizas triásicas	Epigenéticos metasomáticos.	
Albuñuelas, Gúejar Alto, Monachil, Dilar, Gúejar Sierra, Baza, Gor.	Calaminas en masas o riñones con el 20 a 50 % de zinc.	Calizas triásicas; se relacionan con ofitas.	Epigenéticos metasomáticos.	Abundan principalmente en Motril y Otivar. Son criaderos hercinianos.
Sierras de Lentejé y Almirajara	Minerales de zinc (Calaminas) con arcillas rojizas que rellenan grietas de calizas dolomíticas y en los contactos de éstas con las pizarras talcosas más o menos alteradas.	Triásico	Epigenéticos metasomáticos.	
Molinillo y Diezma	Masas de calamina de un 35 a 38 % en zinc formando lentejones de 60 m. de longitud y 4 a 5 de espesor. Arman en las dolomías cerca del contacto de las pizarras talcosas descompuestas. Les acompaña la galena, el sulfato de barita y carbonatos de hierro.	Triásico.		
<b>ALMERÍA</b>				
Sierra Cabrera	Masas o nudos de calamina y galena	Calizas triásicas	Epigenéticos metasomáticos.	

LOCALIDAD	NATURALEZA Y ESTRUCTURA
Rincón de Martos, Cabo de Gata.	Calaminas.....
Gádor .....	Calaminas en masas o nudos.....
<b>ALMERÍA</b>	<b>COBRE</b>
Cerro de las Ánimas. (Vélez Rubio).	Vetas de 0,05 de espesor por término medio de malaquita y azurita con galena y hematites.
Sierra de Enmedio (Murcia-Almería). Cerro Mina-do (Huércal-Overa).	Hematites y carbonatos de cobre.
Sierra Almagro .....	Filonos de pirita de cobre y carbonatos con cuarzo.
Cerrada de Bacares, Cueva de la Paloma.	Masas de tenantita, azurita y malaquita en las calizas triásicas.
Sierra de las Estancias.	Manchas de cobre con cobalto y en vetas de cuarzo.
<b>GRANADA</b>	
Sierra Nevada. Vertiente Norte. Marquesado de Cene-te y Gñejar Sierra.	Minerales cupro-argentíferos. Filonos en tres sistemas, con siderosa, hematites, oligisto micáceo; pirita de hierro, pirita arsenical muy argentífera, pirita de cobre, azurita, malaquita, gñejarita (Sulfoantimoniuro de cobre rómbico $Cu^2 S, 2Sb^2, 2S^2$ ). Cobre gris y Wolgbergita (Sulfoantimoniuro, también rómbico en cristales más prismáticos

TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES
	Secreciones periféricas.	
Calizas triásicas .....	Epigenéticos metasomáticos.	
Areniscas calíferas del Triás.	Epigenéticos metasomáticos.	
Cuarcitas del Estrato cristalino.	Epigenéticos.	
Triásico .....	Epigenéticos metasomáticos.	Filonos o masas en rosario. También cinabrio, plomo y hierro espático.
En las pizarras y calizas cristalinas.	Epigenéticos.....	No tienen valor comercial.
Micacitas .....	Epigenéticos metasomáticos.	La riqueza de estos minerales es de 600 gramos por tonelada en Gñejar Sierra, pero en Aldeire y Lan-teira es doble.

LOCALIDAD	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES
	y menos tubulares que los de gñejarita ( $Cu^2 S, Sb^2 S^3$ ). También antimonio oxi-sulfurado, estibina, galena argentífera, plata agria.			Los tres sistemas son: Filones N.-S. que buzan al O. cruzándose, N.E. a S.O. buzan al S.E. y N.O.-S.E. que buzan S.O. Estos producen saltos en los primeros.
Jerez.....	Filonos de cobre negro sulfurado menos argentífero y apenas antimonial.	Micacitas.....	Epigenéticos filonianos.	
Lanteira.....	Filonos con pirita y cobres grises o pirita y antimonio sulfurado muy argentíferos.	Micacitas.....	Epigenéticos filonianos.	Los filones son dos, con mineralización distinta.
Aldeire.....	Filón de pirita y cobre gris con plomo y antimonio.	Micacitas.....	Epigenéticos filonianos.	20 % de plomo, antimonio abundante 200 gr. de plata por tonelada.
Loja, Huétor, Santillán. Albuñol, Gor.	Pequeñas vetas de carbonato y piritas bastante pobres.	Pizarras y margas triásicas.		
Baza (Monte Alto y Cortijo del Pozo).	Filonos de carbonato y sulfuro de cobre y cobre gris con siderosa y hematites algo de galena, pirita y sulfuro de antimonio.			
<b>ALMERÍA</b>				
<b>CRIADEROS COMPLEJOS</b>				
Almagrera.....	Filonos de galena argentífera con barita, siderosa (moliner) cuarzo y hierro hidrox-	Micacitas del Estrato cristalino.	Epigenéticos filonianos.	Estos filones se han incluido en-

LOCALIDAD	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES
<p style="text-align: center;"><b>GRANADA</b></p> <p>Corral de Veleta (Mina San Faustino).</p> <p>Capileira y parte alta del barranco de Poqueira.</p>	<p>dato arcilloso. Contienen sulfuro, sulfoarseniuro, arseniuro y cloruro de plata, cobre gris, cobre nativo y carbonato de cobre, pirita de hierro y sulfuro de antimonio. Zincosita (Sulfato de zinc anhidro en la zona oxidada).</p> <p>Jarosita (Sulfato de hierro y alúmina) y Zincazurita (óxido de zinc procedente de acciones secundarias sobre la blenda, la pirita de cobre y el hierro carbonatado).</p> <p>Óxidos de hierro con galena argentífera, pirita de cobre, malaquita, hierro espático y pirolusita.</p> <p>Filonos de siderosa, pirita, cobre carbonatado, sulfoantimoniuro de cobre y plata y estibina.</p>	<p>Pizarras cristalinas. Se relacionan con ofitas.</p>	<p>Epigenéticos.</p>	<p>tre los criaderos de plomo. Las aguas termo-minerales circulan por los soplados (huecos o geodas). La ley de plata oscila entre 1 y 17 onzas.</p>
<p style="text-align: center;"><b>ALMERÍA</b></p> <p>Bayarque y Tijola .....</p>	<p style="text-align: center;"><b>CINABRIO</b></p> <p>Granillos de cinabrio de textura hojosa.</p>	<p>Talquitas y cuarcitas y calizas superpuestas.</p>	<p>Epigenéticos.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>GRANADA</b></p> <p>Albuñol .....</p>	<p>Grietas u oquedades rellenas de gredas ferruginosas con cinabrio.</p>	<p>Calizas triásicas.....</p>	<p>Epigenéticos metasomáticos.</p>	
<p>Mediodía de Sierra Nevada.</p>	<p>Numerosos y pequeños yacimientos ferruginosos que contienen cinabrio con pirita y carbonato de cobre; Busquistar, Sur de las minas de hierro el Conjuero, S. Adolfo, etc., Notaez, Cástaras, Juviles, Timar y Lobras.</p>	<p>En calizas dolomíticas.</p>	<p>Epigenéticos.</p>	
<p>Norte de Sierra Nevada,</p>	<p>Filonos ferríferos con cinabrio, entre porcio-</p>	<p>En las micacitas y con ma-</p>	<p>Epigenéticos metasomáticos.</p>	

LOCALIDAD	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES
Dolar, Aldeire, Ferreira y Hueneja.	nes arcillosas que cruzan las pizarras micáceas.	yor intensidad en las calizas.	cos.	Riqueza 1-2 % de azogue.
Alpujarras, La Calahorra.	Rocas calizas teñidas por el óxido de hierro que dan indicios de azogue.	Gredas que alternan con calizas triásicas.	Epigenéticos metasomáticos.	Hasta 500 gr. por tonelada. Término medio 40 o 50 gramos. El oro viene disseminado en todo su espesor; pero la riqueza es mayor en las salbandas.
Sierra de Baza, Cerro de Quintana y Barranco de Perea.	Vetillas de cinabrio en las calizas y dolomías.	Triásico.		
<b>ALMERÍA PLATA NATIVA</b>				
Vera, Herrerías.....	Hierros manganesíferos .....			
<b>ALMERÍA ORO</b>				
Rodalquilar (Sierra de Gata).	Filones cuarzosos en la traquita. Cuarzo, ágata y calcedonia. Pirita de hierro y nódulos de óxidos y carbonatos de cobre. La propilitización de la roca de caja parece relacionarse con la cementación del oro que deberá aparecer en profundidad con la pirita que es ganga de los filones de plomo del mismo paraje, pirita ferroco-briza aurífera en profundidad.	Traquito-andesitas	Epigenéticos .....	Se relacionan con el hundimiento del canal mediterráneo occidental y las erupciones andesíticas del Sur de la provincia de Almería.
Armuña.....	Aluviones del río Almanzora.	Derrubios cuaternarios del Estrato cristalino.	Dentógenos.	

LOCALIDAD	NATURALEZA Y ESTRUCTURA
<b>GRANADA</b>	
Caniles .....	Oro en placeres que proceden de derrubios cuarzosos de la Sierra de Baza.
Darro y Genil y Monachil.	Aluviones rojizos que contienen cantidades variables de plata, trazas de rodio y de platino.
Órgiva y Ugijar .....	Aluviones auríferos .....
Barranco de D. <sup>a</sup> Juana; al pie del cerro del Sol y las Colinas de la Alhambra.	Aluviones auríferos formados de tierras y guijarros de micacitas, talquitas, pizarras cloríticas, calizas cristalinas, anfibolitas, cuarzo, cuarcitas y serpentina, también detritus de hierro oligisto y magnético satinado.
<b>ALMERÍA</b>	
<b>COBALTO</b>	
Cerro Minado (Huércal-Overa).	Vetas de cobalto.
Sierra de Itrabo.....	Ligeras incrustaciones de esmaltina y cobaltina con minerales de zinc en grietas de las calizas.
<b>ALMERÍA</b>	
<b>MOLIBDENO</b>	
Oria (Distrito de Purche-na).	Wulfenita.
<b>GRANADA</b>	
Quentar (Margen del río Padul).	Criaderos en Cape de rumbo E. a O. buzamiento al S. de sulfuro y molibdato de

TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES
Post-pliocenos .....	Dentógenos.	
Post-pliocenos .....	Dentógenos .....	Proviene de filones cuarzosos de Sierra Nevada. Contienen 2,5 gramos por m. <sup>3</sup>
Post-pliocenos.		
Post-pliocenos.....	Dentógenos.....	Proceden del Barranco de San Juan y otros de Sierra Nevada.
Triásico.....	Epigenéticos.	
Triásico.....	Epigenéticos.....	Se han extraído 200 toneladas

LOCALIDAD	NATURALEZA Y ESTRUCTURA
	plomo. Se presenta la Wulfenita superficialmente y distribuida con irregularidad.
Albuñuelas, Alhama, Padul, Dilar, Monachil, Güejar Sierra, La Peza, Baza, Charches, Gor y Vélez Benaudalla.	El mineral de molibdeno viene en la misma forma.
<b>ALMERÍA</b>	<b>TUNGSTENO</b>
Cobdar	Wolfram.
<b>GRANADA</b>	<b>VANADIO</b>
Vélez Benaudalla	Vanadiato de plomo (1).
(2)	

(1) Es interesante el siguiente análisis hecho por el Sr. Parreño de un mineral procedente de este punto:

Plomo	51,84	Cloruro de plomo (Cotunnita)	7,236
		Vanadiato de plomo (Descloizita)	66,514
		Silicato de plomo	4,107
Zinc	4,06	Óxido de zinc	5,030
Hierro	0,67	Óxido férrico	0,971
Arsénico	0,33	Anhidrido arsénico	0,449
Cal	4,18	Carbonato de cal	7,430
Alumina	3,78	Silicato de alúmina	8,253
Plata	0,02	Óxido de plata	0,022
Cloro	1,84		
Va <sub>2</sub> O <sub>5</sub> =	7,19		
Plata	200 gr.		
			100,012

TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN	OBSERVACIONES
Triásico	Epigenéticos	con el 14 % de ácido molibdico La ley no excede 24 %.

(2) Se hace la enumeración de los criaderos de hierro en el capítulo que trata de la metalogenia de este metal.



## CAPÍTULO V

### FUENTES TERMO-MINERALES

La metalogenia de los criaderos de hierro es el objetivo principal, por no decir único, del estudio que exponemos en nuestro modesto libro; pero tratamos de erigir un edificio cuyos sillares fundamentales son la composición de los terrenos y su distribución, las formas de su yacimiento y las dislocaciones sufridas por los mismos; conceptos que se encierran en la Estratigrafía y la Tectónica con un íntimo enlace entre sí; pero existen otra serie de fenómenos que se relacionan con aquellos conceptos y que son, por decirlo así, la más evidente prueba de las causas que originaron los criaderos metalíferos, y su estudio proporciona por lo tanto, un medio eficaz de comprobación, que lo constituyen aquellos fenómenos causantes de las fuentes termo-minerales, cuya aparición se relaciona con los accidentes tectónicos, y la composición con los terrenos que atraviesan, su temperatura, y su paso sobre los magmas metalíferos más o menos profundos. Antes de entrar de lleno en nuestro principal estudio, hemos de decir algo respecto a las fuentes minerales que aparecen en esta zona y la relación que con determinados criaderos puedan tener.

Abundan en estas provincias los manantiales termo-minerales y su estudio metódico y razonado aportaría multitud de antecedentes valiosos para el conocimiento de la tectónica y metalogenia de esta región, así como bajo su aspecto económico para su mayor aplicación y utilidad;

pero desconozco quien haya dado a este tema hasta el presente la importancia que realmente merece, y no podríamos decir que no haya sido comprendido en su verdadero alcance, porque todos nuestros geólogos sin excepción que describieron alguna comarca, dedicaron un párrafo o capítulo a tratar de las fuentes minerales, aunque sin entrar en detalles tan interesantes como son su distribución topográfica y su relación posible con las zonas mineralizadas, teniendo en cuenta la composición y temperatura de aquellas aguas.

Hemos pretendido recabar a este fin cuantos antecedentes juzgábamos de utilidad para mayor claridad de aquellos conceptos; pero las dificultades insuperables ofrecidas para obtenerlos nos obligan a omitir detalles y consideraciones de gran interés, y nos atendremos respecto al papel que nos incumbe en este caso, a lo que ya expusimos a propósito de la Tectónica.

Sabemos, y por diversos motivos hemos hecho repetidas veces referencia a ello, las causas determinantes del relieve terrestre, los períodos de plegamiento; la forma de acumularse y consolidarse estos pliegues, pasando de ser porciones de geosinclinales a formar parte de los pilares o contrafuertes; es decir, de las regiones que oponen resistencia o contrarrestan los empujes tangenciales que originaron aquellos pliegues; las fracturas longitudinales, los hundimientos y los desgarres transversales; y por último, el derrubiamiento de las superficies quebradas hasta originar penellanuras.

Que cada región parece contener un tipo de yacimiento metalífero que le es propio según su edad, o más bien dicho, según la profundidad hasta donde alcanzó el derrubiamiento y en consecuencia la composición de los terrenos que aparecen superficialmente al descubierto.

La profundidad a que alcanzan en su descenso las aguas superficiales, que devueltas a la superficie por causas diversas después de haberse calentado y haber disuelto a su paso al través de los terrenos sedimentarios o hipogénicos, compuestos sólidos o gaseosos, constituyen las fuentes minerales, no es ilimitada, sino que se restringe a un corto número de kilómetros; por lo cual las cordilleras antiguas y fuertemente derrubias no presentan filones ni aguas termo-minerales.

Las zonas de hundimiento contienen fracturas que son las apropiadas para la circulación de fuentes minerales, y la formación de filones, y de éstas las dislocaciones terciarias y cuaternarias son las utilizadas por aquéllas para su circulación subterránea y acceso a la superficie.

Los hundimientos que siguieron a los pliegues alpinos, son los que actualmente permiten la actividad de aquella circulación que tienen efecto por las fallas periféricas que encuadran las porciones del terreno en relieve. Las fracturas o desgarres transversales son aun mucho más favorables al fenómeno.

El contorno de los hundimientos mediterráneos desde los asomos hipogénicos que testifican los volcanes de la vertiente Sur del Pirineo hasta las traquito-andesitas y dacitas de Cabo de Gata, se marcan por una faja eruptiva que en la zona más meridional se acusa por la roca de Calnegre (Mar Menor), El Cabezo Negro, los de los Perules y San Cristóbal de Mazarrón y la serie de apuntamientos andesíticos que terminan en Cabo de Gata. Las fuentes termo-minerales relativamente abundantes en esta región, continúan por la zona de Levante en relación con esta faja eruptiva. Desde Almería a Granada aparecen éstas alineándose sobre fracturas terciarias mineralizadas probablemente en parte por los elementos salinos de los mate-

riales de la misma época y los triásicos; así como por el ácido carbónico que se desprende de los lacolitos basálticos o andesíticos.

Las fuentes termales que brotan en la zona de la Cordillera Bética se distribuyen de la siguiente manera: unas se alinean sobre las fracturas longitudinales y otras sobre las fallas transversales y todas casi exclusivamente aparecen en la vertiente Sur.

La Mala, Durcal y Lanjarón.	Sobre una de las fracturas transversales que cortan y limitan por el Oeste la Sierra Nevada.
Alhama de Granada y Vélez Benaudalla.	Falla de Motril y Zafarriya.
Gergal, Gádor, Alhama de Almería, Alfaro, Alhamilla.	Falla de Almería, Cabo de Gata.
Berja y Dalías (Guardias Viejas).	Falla que limita los hundimientos de la costa.
Lanjarón, Portugos, Cástaras y Alcolea (Los Guarros).	Falla al Sur de Sierra Nevada que determina el curso del Guadalhorce, del río Grande y del Andarax.
Sierra Elvira y Graena.	Falla longitudinal al Sur de Sierra Harana.
Baza, Zújar y Alicún de Ortega.	Hundimientos de la Hoya de Baza y fracturas de los ríos Guardal y Guadahortuna.

Todas ellas se relacionan más o menos directamente con los hundimientos mediterráneos y con las erupciones ter-

ciarias dichas que asoman al borde de aquél.

No deberá olvidarse sin embargo que existen fuentes termales producidas por aguas superficiales, cuya temperatura procede de la profundidad que alcanzan en su circulación: de la velocidad de su corriente variable con las facilidades de tránsito que ofrezca la sección y la tortuosidad de los conductos; y cuya composición depende de esta temperatura, de la presión máxima alcanzada en su descenso y de la composición de los terrenos que atraviesa; sin relación alguna con fenómenos volcánicos. No por esto dejan de producir precipitaciones e incrustación de los conductos originando rellenos análogos, ya que no idénticos al de los filones metalíferos.

Entre las fuentes que daremos a conocer después existe un cierto número de ellas clasificadas como ferruginosas, que afluyen de puntos cercanos a formaciones ferríferas conocidas; son estas por ejemplo las de Aldeire, La Calahorra y Ferreira en la misma zona de los criaderos de hierro de la vertiente NE. de Sierra Nevada; Bérchules, Ferreirola y Mairena cercanos a los de Busquístar y otros de la vertiente Sur de la misma Sierra; por último Lubrín de las formaciones de la Sierra de Bédar. Lejos de ver en estas fuentes el origen de los criaderos citados deberá deducirse que el hierro que llevan en disolución procede de los criaderos que han hallado a su paso.

Las fuentes termales propiamente dichas brotan siempre de las fracturas más profundas, y en sus conductos se encuentran depósitos minerales semejantes a los de los filones.

Las fuentes que han originado los filones desaparecieron quizá por relleno completo, debido a la incrustación de las paredes o hastiales de aquéllos o por movimientos del suelo que hicieron variar la posición del punto de emer-

gencia.

En diversos lugares de esta misma región el fenómeno prosigue en la actualidad. como evidentemente acontece en los filones de Almagrera y en los yacimientos de Sierra Alhamilla, Los Baños, Alfaro y Lucainena. No hay razón ninguna que justifique la anulación del fenómeno al presente en zonas interiores a profundidades que nos son inaccesibles.

Son casos análogos entre otros muchos los criaderos de zinc de Cornwall y los de Cromstock; las fuentes termales de Plombieres. La Malou, Trebes, Balarac, Baden-Wader, Carlsbader y Tolfa que brotan de filones metalíferos. Las de Guelma en la proximidad de filones de plomo; las de Milianah cerca de un filón de cobre piritoso, y las de Hamman N' bails (Constantina).

En Alhama de Almería existen depósitos de azufre que provienen de la reducción de los yesos triásicos, por emanaciones hidrocarbурadas, a las que no son extrañas las aguas termales que brotan en aquel punto y estos yesos pueden tener origen sedimentario o epigenético por acción de aguas sulfúricas como acontece en la fuente cercana de La Familia que pasan en la actualidad por una fase precedente a las de los desprendimientos carburados y carbónicos del agua termal circulante, sobre las calizas triásicas con deposición en éstas e infiltración en las pizarras subyacentes; siendo esto lo probable, puesto que las últimas arcillosas o cristalinas no contienen yesos originariamente. La característica de estos yacimientos yesosos debe ser, por el contrario de las formaciones yesosas sedimentarias terciarias que originan con frecuencia en esta comarca formaciones de azufre, la de masas irregulares en zonas muy limitadas.

En los siguientes cuadros hacemos la enumeración de

las fuentes existentes en aquélla y la composición y temperatura de un cierto número de las mismas.

---

## FUENTES

## MINERALES

PROVINCIA	LOCALIDAD	DESIGNACIÓN	CLASIFICACIÓN	TEMPERATURA	TERRENOS	PARTICULARIDADES
Granada.	La Mala.....	Termas de Santiago y La Salud.	Cloruradas sódicas .....	33 a 36°	Mioceno.	
»	Durcal .....	Vacania.		29°	Mioceno.	
»	Lanjarón.		Cloruradas sódicas ferruginosas.	30°	Triásico.	
»	Sierra Lújar (Hornajo) Trévez (Órgiva).		Bicarbonatadas sódicas. Ferruginosas.		Estrato cristalino.	
»	Alhama		Bicarbonatadas cálcicas.	46°	Contacto del Mioceno con el Estrato cristalino.	
»	Alhama la Nueva (1).		Bicarbonatadas cálcicas.		Liásico.	
»	Zafra (Loja)		Sulfurosas.		Triásico.	
»	Algarinejo (Montefrío)		Sulfurosas frías.		Cretáceo.	
»	Alomartes y Montefrío.		Sulfurosa fría.		Plioceno.	
»	Atarfe y Santa Fé.		Sulfurosa caliente.		Diluvial.	
»	Sierra Elvira.		Sulfurado sódicas mixtas.		Liásico.	
»	Vélez Benaudalla.	Fuente Colorada.	Sulfurosas.	26°	Triásico.	
»	Portugos.				Estrato cristalino.	

(1) Apareció a alguna distancia de la antigua Alhama, después del terremoto de 25 de Diciembre de 1884 sobre un afloramiento del liás, al pie de las formaciones margo-yesosas miocenas del terciario que forma el suelo de aquel relleno (De Launay, las Fuentes termominerales, su investigación y captado, pág. 250).

PROVINCIA	LOCALIDAD	DESIGNACIÓN	CLASIFICACIÓN	TEMPERATURA	TERRENOS	PARTICULARIDADES
Granada.	Poturgos	Fuente agria.	Ferruginosas carbonatadas.	11-12°		
»	Cástaras (Albuñol)	La Salud.	Sulfurosas frías.	24°	Cambriano.	
»	Albuñol.		Sulfurosas.			
»	Bérehules (Ugijar).		Bicarbonatadas ferruginosas.		Estrato cristalino.	
»	Timar.		Ferruginosas.			
»	Mairena (Ugijar).		Ferruginosas.		Cambriano.	
»	Mecina (Ugijar).		Ferruginosas.		Cambriano.	
»	Bombarón.		Ferruginosas aciduladas.			
»	Válor (Ugijar).		Ferruginosas.		Estrato cristalino.	
»	Graena.		Ferruginosas.		Diluvial.	
»	Alicún de Ortega.	Baño Nuevo, Baño Viejo, La Higuera, El Magnesiano, La Teja.	Bicarbonatadas cálcicas.	36°	Diluvial.	
»	Zújar.		Bicarbonatadas cálcicas.	34°	Plioceno.	
»	Cúllar de Baza.		Sódicas sulfurosas.		Plioceno.	
»	Baza (Acrevite).		Sulfatadas.		Plioceno.	
»	Baza (Acrevite).		Sulfurosas frías.	14°	Plioceno.	
»	Galera (Huéscar).		Sulfurosas frías.		Plioceno.	
»	Aldeire (Guadix).		Ferruginosas.		Estrato cristalino.	
»	La Calahorra (Guadix).		Ferruginosas.		Cuaternario.	
»	Ferreira (Guadix).		Ferruginosas carbonatadas.		Estrato cristalino.	

PROVINCIA	LOCALIDAD	DESIGNACIÓN	CLASIFICACIÓN	TEMPERATURA	TERRENOS	PARTICULARIDADES
Granada.	Ferreirola (Orgiva).	Fuente de la Panjuila.	Ferruginosas carbonatadas.		Contacto de las calizas triásicas y las micacitas.	
»	Atravo (Motril).		Ferruginosas.		Estrato cristalino.	
»	Castel de Ferro (Motril).	Fuentes de Marbella.	Sulfurosas calientes.		Cambriano.	
»	Dudar.		Ferruginosas.		Estrato cristalino.	
Almería.	Alcolea	Los Guarros	Sulfurosas frías.	21°	Calizas triásicas.	
»	Dalías	Guardia Vieja	Cloruradas sódicas sulfurosas nitrogenadas.	28°	Triásico.	
»	Berja	Marbella.		25°	Triásico.	Composición: Sílice, cloruro magnésico, sulfatos de magnesia y cal.
»	Gergal	Fuensanta	Sulfurosas frías.	25°	Triásico.	
»	Alboloduy (Gergal).		Sulfatadas.		Triásico.	
»	Gádor	La Familia.		19°	Diluvial.	Contiene 12 gr. por litro de ácido sulfúrico.
»	Almagrera.			48°	Estrato cristalino.	
»	Alfaro.		Sulfuradas cálcicas.		Triásico.	
»	Baños de Alhamilla.			57°	Triásico.	
»	Lucainena.		Sulfuradas cálcicas.		Plioceno.	
»	Lubrín (Vera)		Ferruginosas.		Estrato cristalino.	

PROVINCIA	LOCALIDAD	DESIGNACIÓN	CLASIFICACIÓN	TEMPERATURA	TERRENOS	PARTICULARIDADES
Almería.	Alhama.		Bicarbonatado sódicas ferruginosas.	46°	Diluvial.	
	▶ Alicún (Canjáyar).		Aguas sulfatadas.		Plioceno.	
	▶ Balerma (Canjáyar).		ulfurosas.		Cuaternario.	
	▶ Bentarique (Canjáyar).		Sulfatadas.		Plioceno.	
	▶ Paterna (Canjáyar).		Sulfurosas.			



**ANÁLISIS DE ALGUNAS DE LAS AGUAS CONSIGNADAS  
EN EL CUADRO ANTERIOR**

COMPOSICIÓN	ALFARO	LA MALÁ LA SALUD (1)	LA MALÁ TERMAS DE SANTIAGO (2)	ALHAMA DE GRANADA (3)	ALHAMA DE ALMERÍA	GÁDOR LA FAMILIA	BAÑOS DE SIERRA AL- HAMILLA
Oxígeno . . . . .	»	5,62 c.c.p.l.	7,16 c.c.p.l.	4,5 c.c.p.l.	»	»	0,0286
Ácido carbónico . . . . .	»	36,33 —	41,00 —	162,0 —	0,190	»	0,1782
Nitrógeno . . . . .	»	11,39 —	34,84 —	20,0 —	»	»	1,1173
Azufre. . . . .	0,017	»	»	»	»	»	»
Ácido sulfúrico . . . . .	0,018	»	»	»	0,175	»	»
— sulfhídrico . . . . .	»	»	»	»	»	12,702	»
— combinado . . . . .	»	»	»	»	»	24,895	»
Bicarbonato cálcico . . . . .	»	»	»	0,0668	»	»	0,0970
Carbonato cálcico. . . . .	0,004	0,7405	»	»	»	»	»
— magnésico . . . . .	0,001	0,5988	»	»	»	»	0,0250
— sódico . . . . .	»	0,2008	0,1752	0,0217	»	»	»
Sulfato cálcico . . . . .	0,125	1,4569	»	0,1500	»	»	0,0460
— magnésico . . . . .	0,010	0,4772	0,2107	0,0711	»	»	»
— sódico . . . . .	0,220	»	»	»	»	»	»
— — potásico . . . . .	»	»	»	»	»	»	0,0310
Cloruro magnésico . . . . .	0,153	»	0,0931	0,0391	»	»	»
— sódico. . . . .	0,340	0,7735	1,985	»	»	»	»
— potásico . . . . .	0,001	»	»	»	»	»	»
— lítico . . . . .	»	»	»	0,0070	»	»	»
— sódico, cálcico y potásico. . . . .	»	»	»	»	»	»	0,0370
Óxido ferroso . . . . .	»	»	»	»	»	3,600	»
Carbonato ferroso . . . . .	»	»	»	0,0398	»	»	»
Alúmina . . . . .	»	»	»	»	»	8,583	»
Fosfato de alúmina . . . . .	»	»	»	0,0344	»	»	»
— cálcico. . . . .	»	»	»	0,0318	»	»	»
Cal . . . . .	»	»	»	»	0,130	0,470	»
Magnesia. . . . .	»	»	»	»	0,081	1,082	»
Álcali . . . . .	»	»	»	»	0,056	2,897	»
Cloro . . . . .	»	»	»	»	0,017	2,920	»
Sílice . . . . .	0,002	»	»	0,010	»	»	0,0210
Materia orgánica . . . . .	0,001	»	»	»	0,040	»	indicios
Sílice y yodo . . . . .	indicios	»	»	»	»	»	»

- (1) Lleva además en menor proporción alúmina, cloruro magnésico, sílice, carbonato de hierro y materia orgánica.
- (2) Entran también en su composición además los carbonatos magnésico, cálcico y ferroso, sulfato cálcico, alúmina, sílice, arsénico y materia orgánica en débiles proporciones.
- (3) Además materia orgánica e indicios de óxidos cobaltoso y mangánico.

## **CAPÍTULO VI**

### **METALOGENIA**

Lo primero que choca a la vista del observador es el distinto aspecto, el contraste que ofrecen entre sí, el relleno de los criaderos metalíferos y las rocas sedimentarias o hipogénicas que forman su caja, o también su diferente composición una vez comprobada por el análisis químico.

Y la consecuencia de esta comparación es la necesidad de conocer cual es el verdadero origen de aquéllos (relaciones originarias y procedencia), y el porqué yacen en tal forma y en el lugar que ocupan (relaciones tectónicas).

Son estos los problemas esenciales que resolverá en su día la Metalogenia, y los puntos de vista de todo geólogo que se dedique al estudio de criaderos con carácter especulativo.

Omitamos hacer consideraciones sobre el origen de las materias metalíferas, de sus condensaciones, radiaciones o trasmutaciones, y admitamos que una sustancia como el hierro perfectamente definido en sus caracteres y combinaciones existe en nuestro globo, libre o combinado, extensamente repartida en la corteza terrestre hasta el punto de figurar en la proporción de un 4 % de las rocas silicatadas (magmas ferro-magnesianos y aun de los magmas alcalinos: la ortosa contiene 1 %), y condensado y

combinado en las profundidades en donde subsisten las materias fundidas, formando los magmas portadores de estas y de todas aquellas sustancias que podríamos llamar descentradas, por aparecer fuera de su obligada y lógica posición; y este descentramiento se debe a remociones más o menos intensas del baño fundido y al ascenso del magma portador por presión regularmente progresiva o accidentalmente brusca de las rocas que forman la corteza sólida.

El hierro ascendió hasta un cierto nivel por arrastre magmático, siguió su curso por circulación hidrotermal y se precipitó en condiciones de presión y de temperatura convenientes a una cierta distancia de la superficie correspondiente al período en que estos fenómenos tuvieron su efecto.

El derrubiamiento de los terrenos emergidos puso al descubierto las masas filonianas de origen hidrotermal y después a los magmas que forman inclusiones o secreciones metalíferas. No hacemos referencia a los filones propiamente tales en el sentido general en que se emplea este vocablo, y es esta una cuestión de forma que no afecta al concepto científico, sino a la técnica del Laboreo de Minas. La palabra filoniano en el sentido que nosotros la empleamos quiere decir del mismo origen que los filones; o sea conductos de paso de aguas termo-minerales; pudiendo tener este mismo origen grietas, exfoliaciones, porosidad o cuarteamiento de rocas que han servido a la vez de canal de tránsito y de depósito a la sustancia en cuestión.

Una difusión mayor y más primordial de esta misma sustancia la hizo repartirse entre muchos de los silicatos constitutivos de las rocas cristalofilianas y eruptivas, y a partir de estos, de las sedimentarias producto de la re-

moción de las primeras, o de otras sedimentarias preexistentes.

Estas remociones han originado el transporte o acarreo superficial del hierro por las corrientes pluviales hacia el mar o a los lagos, siendo dicho cuerpo fácilmente soluble (1) y por lo tanto dotado de gran movilidad, ha formado criaderos que decimos sedimentarios por correlación de efectos, pero que más propiamente debiéramos llamar de precipitación química, análoga a los de las sales potásicas o los yesos.

Hemos de aclarar aquí lo que entendemos por masas estratificadas, que no son sino masas semejantes a capas o estratos, por provenir de su sustitución química, o de la precipitación del hierro en los huecos por desoldadura de los mismos.

Nuestra opinión es que la mayor parte de los criaderos que no son inclusiones o diferenciaciones en rocas hipogénicas ácidas o básicas son de origen hidrotermal (llamémosle filoniano y a unos y otros neumatolíticos).

La mayor parte de los hierros que se denominan silurianos, carboníferos, jurásicos, etc. y cuyos criaderos se califican de sedimentarios dándoles el nombre de la época en que se supone que se formaron, no lo son realmente, como podría demostrarse con un estudio metódico y razonado (2). Solamente habremos de admitirlo en casos muy especiales; y es este nuestro sentir, porque conside-

(1) El agua saturada de ácido carbónico a 760 mm. y 15° disuelve 1,330 gramos de carbonato ferroso por litro.

(2) Hemos de reconocer que la brillante descripción de los criaderos de Galicia, que ha hecho el Ingeniero D. Primitivo Hernández Sampelayo, con el conocimiento que él posee de esta comarca, es para este caso particular una demostración evidente del juicio contrario al que sustentamos en un sentido general.

ramos muy difícil y poco probable la concurrencia de aquellas condiciones que son esenciales e indispensables para la concentración del hierro en grandes masas sedimentarias; por ejemplo la existencia de grandes criaderos ferríferos en disgregación, y remoción por un medio disolvente activo, y su transporte y precipitación sobre un fondo de área reducida, en lagos por consiguiente; o la acumulación en cubetas submarinas de disoluciones ferríferas muy concentradas acudiendo por conductos abiertos en su fondo (1).

En el gran pantano de Soos (Marienbad) las numerosas fuentes termo-minerales que brotan en su fondo suministran incesantemente a sus aguas sales de hierro especialmente el sulfato, una pequeña parte del cual se reduce a sulfuro por la fermentación de los restos de plantas que se acumulan en su fondo, y la mayor parte se precipitan al estado de combinaciones oxidadas.

Citaremos como ejemplo interesante, pero nunca compara-

(1) Los fenómenos que originan las formaciones ferríferas sedimentarias se ligan estrechamente con los originados por la metasomatose, causa evidente y casi exclusiva de las grandes y más ricas masas ferríferas. Los primeros constituyen la diagénesis o sea la transformación gradual más o menos rápida de los sedimentos mecánicos o químicos antes de su emersión, y los segundos son continuación de los primeros, con el cambio consiguiente de los factores activos sobre los sedimentos emergidos en una primera fase; y después sobre las formaciones filonianas dependientes de los pliegues que originaron aquella emersión.

Es esta una serie de acciones ininterrumpidas desde el momento en que las partículas de unos u otros elementos empiezan su curso y su precipitación; continuando incesantemente después por el meteorismo sobre los terrenos consolidados, variando con la temperatura la presión, el contacto del medio, la presencia de los distintos elementos por la sedimentación o por el derrubiamiento; es decir, que tanto las formaciones sedimentarias como las eruptivas se ligan íntimamente, en cuanto a su constitución actual, por la misma serie de fenómenos.

bles por su importancia en cuanto a riqueza y tonelaje a las que con frecuencia se califican de sedimentarias, el torrente de Riotinto (Huelva). Éste aporta y deposita por toda la costa hasta el puerto de Palos, un fango ocroso que proviene de las célebres masas de piritas que se explotan en aquellas minas.

Existen allí yacimientos como los de las Mesas de los Pinos y Cerro de las Vacas probablemente cuaternarios, que tienen un mismo origen; son testigos de una formación pantanosa que ha sido derrubada en gran parte.

Encierra restos de plantas de la flora actual y ofrece consistencia bastante para que sirviese a los antiguos (Romanos) para las piedras de sus tumbas. En circunstancias tan favorables la formación del hierro debió ser muy rápida; Beck dice que por regla general las precipitaciones se hacen de una manera lenta; creemos nosotros sin embargo, que de ser así, el mineral aparecería muy mezclado con sedimentos estériles que necesariamente se depositan en esta faja paralela a la costa en que ellos se acumulan, al alcance de los derrubios continentales.

Ya dijimos que el hierro como las demás sustancias metalíferas es de origen interno profundo. Su ascenso al través de la corteza hasta el momento de su precipitación en las zonas mineralizadas a nuestro alcance o fuera de él, debió hacerse siguiendo la ley natural del trabajo mínimo. No hay razón lógica para buscar explicaciones de los fenómenos metalogénicos, que resultan artificiosas, valiéndose de hechos excepcionales, como son la intervención de seres orgánicos y las acumulaciones que de ellos se originan; y por lo tanto no deberá darse a esto, sino un carácter eventual y de una intensidad relativamente reducida.

Muchos minerales que se explotan en forma de hematí-

tes son producto de alteración de carbonatos o silicatos profundos, y Cayeux ha demostrado que estos proceden de la sustitución de carbonatos de cal de antiguo origen por el hierro; habiéndose efectuado preferentemente esta sustitución con materiales calizos, porosos o granudos como son las oolitas (1).

Las oolitas se producen a diversas profundidades; pero las disoluciones ferruginosas precipitables no subsisten sino en formaciones litorales, lo cual solo puede tener efecto con una cierta tendencia de los terrenos submarinos costeros a la emersión.

Las profundidades a que estos fenómenos de sustitución suelen tener efecto, han sido necesariamente muy cortas y próximas a la costa; y nos dice De Launay, que el hierro proviene de derrubios de criaderos preexistentes inmediatos, o de la disolución de las rocas en cuya composición entra aquél; habiendo sido primero disgregado, después disuelto y precipitado en dispersión sobre el fondo del mar, quizá al estado de glauconia, cuya concentración ha dado lugar a la siderita (2) después a la hematites pasando por el estado intermedio de clorita.

No nos explicamos nosotros, como abundando la glauconia en los fondos o sedimentos cretáceos y terciarios,

(1) En Anzberg y Etmannsberg las oolitas del Dogger y calizas y dolomías de Malm son sustituidas por el hierro a lo largo de una fractura.

(2) La siderita afecta en los yacimientos de origen sedimentario numerosas formas: Cristaliza en grandes elementos provistos de cruceros y moldeados los unos sobre los otros; en gránulos de pequeño tamaño con agrupación análoga; en romboedros alargados muy pequeños, casi microscópicos, algunas veces sublenticulares; en esferolitas completas como son los riñones de esferosiderita; en los minerales oolíticos, silurianos o toarcenses sustituyendo restos de

que estas formaciones ferríferas oolíticas no hayan pasado del Jurásico (1); debiendo creerse que la repetición posterior de los plegamientos y las emersiones hayan multiplicado los casos de derrubiamiento de criaderos de hierro, y como es consiguiente los depósitos de sus derrubios y las fuentes de aguas ferruginosas procedentes de ellos; debiendo aumentar el número e intensidad de las concentraciones en proporción al tiempo y al número de los plegamientos sabiéndose que los fenómenos de sustitución molecular y los cambios de siderita en clorita y de clorita en hematites son sensibles en plazos efimeros.

Será preciso comprobar si el carácter litoral de los depósitos se relaciona con fracturas que favorezcan la circulación y ascenso de aguas termales posibles en las épo-

invertebrados y más aun de crinoides; formando el cemento de muchos minerales oolíticos; en forma coloidal como acontece en los turbales de la provincia de Brenthe.

La tercera forma suele aparecer envuelta en una ganga de clorita y hematites constituyendo una trama que parece indispensable a la siderita en elementos tan pequeños.

Las oolitas de siderita se diferencian de la caliza en que no conservan totalmente la estructura concéntrica cuya circunstancia es un antecedente en favor de la hipótesis sobre el origen metasomático de estos minerales. La estructura en bolas debe depender muy esencialmente de esta constitución en capas sucesivas alrededor de un centro de atracción, y el fenómeno debe ser el mismo para la calcita y para la siderita.

La sustitución molecular, por el contrario, puede tener efecto detalladamente en todos sus puntos, o en masa, borrando la textura primitiva, pero es menos probable que la precipitación sobre núcleos esféricos aparezca sin disposición zonada.

(1) Los hierros oolíticos de Bohemia compuestos de carbonato y silicato son hierros silurianos; las oolitas de chamoisita y turingita de Thuringen-wald son del siluriano inferior; las oolíticas de hematites roja de Clinto son del mismo terreno; las minettas de la Lorena y el Luxemburgo, que son oolitas de cemento calizo o arcilloso formadas por hematites parda, magnetita y chamoisita y en los más profundos por sideritas, pertenecen al Dogger boyacense.

cas caledonianas y hercinianas (1), y que las aportaciones hidrotermales submarinas correspondientes a los pliegues terciarios vengán a revelarse en los plegamientos venideros; o bien que las condiciones biológicas o físicas de los mares correspondientes a los períodos transcurridos desde el infracretáceo al actual, han impedido la formación de oolitas calizas que hayan sido sometidas posteriormente a la diagenesis o a la metasomatose.

En demostración de lo expuesto; o sea que los hierros oolíticos pueden ser consecuencia de acciones continentales hidrotermales o metasomáticas, diremos que una oolita es un conglomerado de gránulos esféricos formado de caliza en capas concéntricas alrededor de un cuerpo extraño orgánico o inorgánico; que la precipitación del carbonato de cal la determina el grado de concentración de las aguas calizas, y la atracción que el núcleo ejerce sobre aquél; y su forma esférica la da el giro que los granos toman por el movimiento de las aguas en cuyo seno se producen; la disposición zonada por la variación de intensidad de aquella concentración y la amplitud del movimiento de agitación de las aguas.

La oolita ferruginosa debe formarse en las mismas circunstancias con los mismos caracteres sustituyéndose el carbonato de cal por el carbonato y silicato de hierro. Sin embargo la disposición zonada no es constante en los hierros oolíticos, y si bien la metasomatose reproduce alguna vez al detalle la textura de la roca madre, generalmente la borra, y es lo que frecuentemente aparece en estos especialísimos yacimientos.

(1) Vilain supone que las disoluciones ferruginosas han sido aportadas directamente al mar, por fuentes termales submarinas, y excluye la formación metasomática en absoluto.

Es decir que los hierros oolíticos pueden originarse por una sustitución de calizas de la misma textura, sustitución que se favorece por la pureza del carbonato que las forma.

Lo más general es que las concentraciones ferríferas sedimentarias tengan el carácter de criaderos nodulosos, entre fangos o arcillas que hayan podido transformarse después en esquistos arcillosos de esfero-siderita, como las lentes de la misma especie del cambriano de Bockberg.

Tienen quizá este mismo origen las oolitas con bertierina transformadas por acciones secundarias en limonitas; también el hierro en forma de glauconia en las crestas glauconianas fosfatadas del turonense de Cambray (1). Se comprueba la precipitación actual de la glauconia con fango y arenas verdes en fondos marinos de 200 a 1800 m.

Se aduce como razón demostrativa de un origen sedimentario, por la gran movilidad del hierro en sus disolu-

(1) Al destruirse la glauconia toda la sílice y el hierro quedan libres y se concentran formando yacimientos más ricos en hierro que el silicato original. Se ha observado este fenómeno en depósitos pliocenos de los alrededores de Anvers y en las arenas verdes de Pisa. Muchos deducen de esto la posibilidad de que la glauconia sea la fuente originaria de importantes criaderos ferríferos. Por nuestra parte nos atenemos, y no hemos de repetirlo, a lo dicho en las páginas anteriores.

Es aquél un mineral de origen exclusivamente marino, que se reparte en una zona paralela a la costa, entre los depósitos terrígenos y los pelágicos. Abunda en los fangos y arenas verdes asociados con nódulos de fosfatos, y casi siempre en los fangos azules. También se le encuentra en los fangos con globigerinas más inmediatas a la tierra firme y esporádicamente en fondos pelágicos.

La greenalita (hidrosilicato de hierro) es una variedad de la glauconia muy frecuente en los minerales huronianos. Cayeux cree que es un silicato secundario y Spurr le atribuye un origen orgánico. Se diferencia de la glauconia por las proporciones de potasa, alúmina y óxido férrico.

ciones, y una de ellas es en estado de carbonato, que los caracteres de los depósitos de tal naturaleza suelen aparecer borrados por cambios metasomáticos.

Otra forma de concentración sedimentaria que no debe dar lugar a criaderos explotables es la originada por diagenesis en sedimentos débilmente ferruginosos. Tal fenómeno se inicia por la decalcificación de éstos y la concentración subsiguiente del hierro y el manganeso con otros elementos como la sílice, dando lugar a arcillas rojas ferruginosas o manganesíferas.

La emersión de los sedimentos hace cambiar el agente exterior de alteración y la diagenesis deja el puesto a la metasomatose. El fisuramiento, la esquistosidad y desoldadura de los estratos al plegarse o fracturarse les hace más susceptibles de ser influidos o alterados por las aguas termalés, abriéndoles paso por toda su masa; lo cual constituye una primera fase que se complementa con las acciones meteóricas, cuando las fuentes se extinguen o afluyen a más bajo nivel por elevación del terreno; y aquéllos vienen a ponerse en contacto por derrubiamiento con los agentes atmosféricos; el efecto de esto es la decoloración o blanqueamiento de las rocas y su menor compacidad o consistencia.

Se comprueba por el análisis la eliminación de una parte de la sílice y del ácido titánico cuando existe; la desaparición de la mayor parte de las bases fijas y de casi todo el hierro. Estos fenómenos parecen desarrollarse con más intensidad en el pendiente que en el yacente, lo cual, según Ricard, se debe a la deposición de las arcillas que provienen de la descomposición de las calizas, impidiendo la infiltración de las aguas; pero a nuestro entender no debe desconocerse la influencia que en estos fenómenos tiene cuando se trata de filones débilmente inclinados, la

cuña que forman los terrenos del pendiente que por su forma resiste menos a la fracturación en sus movimientos de arrastre sobre el yacente, y por cuyo motivo las aguas encuentran al través de ella más fácil acceso a la roca, la cual aparece debido a esto más alterada.

Vogt califica de sedimentarias las masas lenticulares de magnetita y hierro oligisto, que suelen aparecer en el estrato cristalino, por circunstancias que a nuestro entender pueden también explicarse siendo su origen hidrotermal o filoniano. Son estas la concordancia con los estratos de la roca de caja, su disposición en lechos o capas y su dependencia de niveles determinados (1). Condiciones que concuerdan perfectamente con un origen hidrotermal a saber: se explica la primera por exfoliación y desoldadura de los estratos y relleno de los huecos resultantes; la segunda por fenómenos de sustitución dentro de un estrato de naturaleza caliza; y la última por condiciones especiales de un cierto número de capas exfoliadas o fracturadas o de una mayor porosidad y debido a la influencia que las últimas rocas citadas tienen en el fenómeno de la metasomatose, favoreciendo la infiltración de las mineralizaciones y el relleno de los huecos por las mismas.

La forma lenticular parece más bien probar su origen filoniano o neumatolítico. Una masa sedimentaria de estructura lenticular estaría limitada en su parte superior por una superficie paralela a los estratos del terreno de caja, o sea la superficie libre del depósito en cada momento de su precipitación; y en la inferior por otra más o menos ondulada formando la cubeta o cubetas en que se acumuló el depósito metalífero.

(1) El Manto de azules de Cartagena G. B. P.

Haciendo extensivas estas consideraciones a las formaciones sulfuradas sedimentarias, que resultan ser aun más inverosímiles, Franz Posepny dice, que es indudable el transporte de sales metálicas diversas en las aguas de los ríos que van a los océanos; y la generación de hidrógeno sulfurado en el agua del mar es un fenómeno incesante e indiscutible.

La precipitación de aquéllas sobre los sedimentos es también indudable. Hoefler cita entre varios los depósitos de plomo y zinc en las calizas triásicas de alta Silesia, y hace notar la constancia de estas concentraciones dentro de un solo nivel estratigráfico. Un gran número de investigadores aceptan la hipótesis de una precipitación submarina sin otra razón que la citada dependencia de un solo horizonte geológico. Nunca tuvimos ocasión de ver en esta variedad de yacimientos sino interposiciones epigenéticas. Minerales semejantes se ven no solo en las calizas triásicas, sino en muchos otros estratos paleozoicos más antiguos y la preferencia mostrada por éstos más bien que por estratos de distinta naturaleza infra o suprayacentes, se debe a la influencia química de las mismas disoluciones y precipitaciones.

La capa metalífera de Mansfeld en los esquistos cupríferos permeanos (Kupferschiefer) se creyó durante muchos años que era un criadero sedimentario por su grande extensión y su forma estratificada, contiene sulfuros de cobre, plata, plomo y zinc, antimonio, mercurio, níquel y cobalto. La mineralización se concentra en láminas muy delgadas entre las del esquisto. Posepny desecha tal interpretación por diversas circunstancias: el que los mismos minerales aparecen en nudos que se esparcen en las areniscas inferiores y las calizas suprayacentes; el criadero está afectado por numerosas fallas que entorpecen su ex-

plotación, rara vez mineralizadas; pero que se relacionan ciertamente con la distribución de las mineralizaciones. Esta formación que se extiende también por Westfalia la forman diversos estratos semejantes, y está atravesada por vetas mineralizadas que alcanzan hasta las micacitas que yacen en una zona inmediata inferior; siendo estas mineralizaciones más intensas que las de las pizarras cupríferas; llegándose al convencimiento de que cuando los esquistos cupríferos bituminosos no están atravesados por fallas no tienen ningún valor industrial.

Insistimos tanto en este punto, porque el calificativo de sedimentarios, parece llevar consigo el concepto de prolongación indefinida a grandes extensiones, pues indudablemente el elemento hierro en forma de sal soluble, transportado por corrientes fluviales o superficiales, y conducido a un vaso más o menos extenso deberá difundirse en las aguas de éste a grandes distancias, por cuanto las disoluciones metalíferas han de seguir necesariamente el curso de aquéllas de cuyo seno deben precipitarse; y es sabido que las mismas forman corrientes terrestres que van a verterse al mar; y que en éste existen también corrientes superficiales o submarinas más o menos profundas (1); y es de grandísimo interés desde el punto de vista industrial el demostrar por consiguiente la existencia de depósitos de tal naturaleza

En cambio la condición de criadero filoniano supone restricción de huecos o serie de huecos que por su ori-

(1) Las aguas de los ríos o de derretimiento de los hielos de las costas de Noruega se extienden, por su distinta densidad, sin mezclarse con las saladas, en tiempo de calma, en capas de un cierto espesor, sobre la superficie del mar, y en áreas de muchas millas, formando lo que se llaman aguas muertas.



gen, el plegamiento, la fracturación o dislocación de grandes masas de rocas, que al quedar divididas en porciones desligadas entre sí, tienden por su peso y por empujes tangenciales a reunirse unos sobre otros reduciendo o cerrando los huecos producidos.

Pero al atribuir carácter filoniano exclusivo a toda una agrupación de criaderos, como hemos podido hacerlo para las provincias objeto de nuestro estudio, dentro de una determinada región, ofrece ventajas incalculables, para deducir consecuencias tectónicas y metalogénicas, que se complementan y auxilian recíprocamente, para un más exacto conocimiento de la Geogenia y Geognosia de los terrenos abarcados por dichas provincias, y tiene para nuestro objeto grande importancia, teniendo menos significación esta relación o dependencia de fenómenos en el caso más sencillo de generación teórica de un depósito submarino.

Los criaderos ferríferos de las provincias de Almería y Granada ofrecen todos un marcado carácter filoniano, en el cual la mineralización ha sido favorecida por la presencia de bancos calizos triásicos o estrato-cristalinos a los cuales se subordinan, con el aspecto por lo tanto de masas irregulares que arman en aquellas o de masas estratificadas, que reciben por ello el nombre de *mantos*.

El Ingeniero Pie y Allue que estudió durante muchos años estas formaciones desde un punto de vista industrial, y cuyos juicios no pueden menos que ser tenidos muy en cuenta, estableció un corto número de conclusiones o generalidades aplicables especialmente, a los criaderos ferríferos de la provincia de Almería, que se conocían y explotaban por entonces (1892). Eran estos los de Alfarro, Los Baños, y Lucainena, de Sierra Alhamilla; Bedar, Batares y Sierra de Enmedio, aunque estos últimos

en su mayor parte caen dentro de la provincia de Murcia.

Todos ellos se presentan siempre paralelos a la estratificación, si bien esto lo atribuiríamos a todas las formaciones ferríferas que no toman la forma de filones armando siempre en las pizarras; y tampoco al caso excepcional de secreciones magmáticas casi reducidas a los pilares arcaicos del Norte de Europa, América y Asia; y lo atribuiríamos así por ser aquellas formaciones epigenéticas de calizas que se subordinan y limitan con su masa. Los criaderos en forma de filón son siempre pobres porque las pizarras no se prestan a expansiones de la mineralización al través de los hastiales, y recurriendo al desarrollo de los trabajos en profundidad pronto se encarece el disfrute y el criadero se hace difícilmente explotable.

Los *mantos* que así se denominan en el país, se presentan también en repetición, y siempre enclavados en las calizas y dolomías, sustituyéndolas en mayor o menor grado, y desaparecen en el contacto de las pizarras cloríticas, de las taleitas y de las pizarras micáceo-arcillosas y demás rocas subyacentes del estrato cristalino superior según opinión de Mallada; «con tanta frecuencia», dice éste, «que no hay paraje en donde aparezcan tales contactos sin que se vean criaderos semejantes.»

Los criaderos con caja formada por los últimos estratos citados se continúan y ensanchan en las calizas triásicas superpuestas. Suelen contener éstos más caliza y menos sílice, y casi siempre se componen de hematites parda manganesífera con 45 a 50 % de hierro, siendo los de mayor potencia de ley más alta; probablemente porque su extensión se deba a una más intensa acción mineralizadora, o a una mayor aptitud de la roca para ser sustituida por el hierro.

Los yacimientos minerales que estudió D. Juan Pie,

ofrecen una gran uniformidad en su estructura y composición, sus gangas, (que son siempre la pirita y la barita) y también por su aspecto. Por tal motivo les atribuyó un mismo origen y una misma edad.

De la repetición de las capas de caliza (1) deduce la repetición de los mantos de hierro, puesto que la acción mineralizadora procediendo del interior, y siendo conducida por fracturas su acción sobre tales rocas debe ser lo mismo para las inferiores que para las superiores estando unas y otras sometidas a la misma influencia (2). Por ello afirma como regla general que en aquel distrito nunca se presenta una sola capa de mineral de hierro.

Les atribuye una edad muy reciente; supone que corresponden al Plioceno por haber hallado fósiles de esta época convertidos en pirita y óxido de hierro dentro de la masa de los criaderos, y emite la idea de que la mineralización ferrífera ha tenido efecto después de alcanzar estas calizas su relieve actual, o sea su disposición; y a mayor abundamiento añade que el hierro se depositó en cavidades o cavernas producidas por disolución previa, debida a las corrientes subterráneas de aguas meteóricas; pues dice que no encuentra huellas de corrosiones en los hastiales de los huecos de explotación y en cambio la

(1) Esta repetición corresponde a la que existe con las calizas triásicas y las cristalinas y las intercalaciones de pizarras que éstas presentan; y en ciertas ocasiones la repetición es solo aparente y el error se debe a no tener en cuenta los muchos saltos de que aquéllas están afectadas.

(2) No puede decirse esto de un modo absoluto, porque las disoluciones minerales, dejando constantemente en su transcurso sus elementos disueltos, deberán tener un menor grado de concentración al alcanzar el nivel de las capas superiores; y el efecto de la mineralización dependerá siempre de la composición de las calizas, muy distintas las triásicas de las cristalinas subyacentes.

mayor dimensión que ofrecen estos yacimientos en sus asomos superficiales, es prueba de una acción disolvente *per descensum*.

Por aquella fecha en que así escribía nuestro ilustrado compañero, el concepto de la profundidad en la constitución de todos los criaderos metalíferos, el de los movimientos oscilatorios de los terrenos en sentido vertical, por porciones extensas, y su influencia como causa originaria del metamorfismo y de las manifestaciones petrológicas, y metalogénicas que le son conexas, no tenían aun gran arraigo en el campo de la ciencia geológica; y por lo tanto no deben estrañarnos estas ideas que hoy serían difíciles de sustentar.

No desconoce ya nadie la intervención de este factor en los fenómenos geológicos citados, y al hablar de profundidad nos referimos siempre a aquella en donde han podido tener su origen tales fenómenos, y dicha profundidad pudo ser en otro tiempo mucho mayor que la actual para una cierta porción del terreno y algunas veces menor según el sentido de la oscilación.

Es hoy evidente, el que las disoluciones del hierro en cualquier forma que hayan ascendido, han debido precipitarse por la presencia de las calizas de su caja, bien sustituyéndolas bien impregnándolas, o bien rellenando sus huecos al estado de carbonato, sal inestable producida en una zona inundada de acción reductora, y por lo tanto fuera del alcance de las aguas superficiales, o al menos cubierta por éstas, después que hayan desprendido la mayor parte de su oxígeno disuelto, empleándose en oxidaciones producidas dentro de los terrenos suprayacentes y por lo tanto a un nivel relativo mucho más profundo que la superficie actual, siempre revelada por el derrubiamiento de las porciones superpuestas y desaparecidas.

No precisaba el Sr. Pie a qué especies pertenecían esos fósiles, ni en qué criaderos pudo hallarlos; pero desde luego es fácil la explicación del caso por la existencia de huecos o geodas del mineral en época reciente, el arrastre de los derrubios de los materiales de más elevada situación hacia esos huecos y los fenómenos secundarios de remoción actual.

En el Cabezo Gordo de Cartagena se encontró rellenando huecos de las capas de hierro que allí se explotan, brechas cuaternarias de huesos de mamíferos con cemento de oligisto, limonita o carbonato de hierro; y en Monachil (Granada) brechas semejantes en criaderos de silicato y carbonato de zinc.

## CONCEPTOS METALOGÉNICOS SOBRE LOS CRIADEROS DE HIERRO EN GENERAL

Para mayor claridad de las deducciones que hemos de hacer al fin de este capítulo, conviene que hagamos un conciso resumen de los conocimientos que hoy constituyen la metalogénia del hierro.

Todos los minerales que constituyen productos comerciales son a excepción de la magnetita (1) que es menos abundante en la naturaleza mezclas de peróxidos o ses-

(1) Se ve con frecuencia la magnetita transformada en hematites roja. En presencia de materias orgánicas se produce el fenómeno inverso: aquéllas primeramente producen protóxido de hierro y hierro carbonatado y todos los productos derivables de este como la pirita, los silicatos y la magnetita.

La magnetita de las rocas sedimentarias es detrítica o secundaria y esta última se ha formado *in situ*, o es resultado del metamorfismo.

Cuando es detrítica se presenta en granos redondeados y en cristales esparcidos entre las arenas como en las playas de Mar Chica (Melilla); y entre las areniscas los residuos de disolución de rocas calizas.

La magnetita secundaria es muy frecuente en las formaciones antiguas supuestas sedimentarias, ofrece muy variadas modalidades; aparece en octaedros perfectos soldados parcialmente, en granos irregulares, en masas compactas con apuntamientos cristalinos periféricos.

En los sedimentos actuales aparece en forma de esferulas de origen probablemente cósmico: glóbulos negros brillantes con un núcleo de hierro nativo entre las arcillas rojas abisales.

quióxidos de hierro hidratados, cuya serie es la siguiente: (1)

DESIGNACIÓN	CANTIDAD DE AGUA POR 100	
Hematites . . . . .	0,00	(2)
Turgita . . . . .	5,3	
Goethita . . . . .	10,11	(3)
Lepidocrita . . . . .	12,20	
Limonita . . . . .	14,50	(4)
Stilpnosiderita . . . . .	} 13,46	
Xantosiderita . . . . .		
Sunnita . . . . .	} 7,30	
Hierro de pantanos . . . . .		

Los criaderos de la especie que nos ocupa se agrupan en tres clases:

*Inclusiones* como elementos constituyentes de rocas

(1) Para mayor ilustración nos referiremos al libro del Sr. Sampey en donde con gran riqueza de datos se hace la descripción que no hay porqué repetir aquí.

(2) El hierro oligisto cuya variedad amorfa se denomina hematites, es mineral secundario con la magnetita que abunda mucho en cristales, gránulos o manchas y epigeniza, conchas o carapachos fósiles.

Forma parte preponderante en las oolitas, constituye a veces cemento a expensas de la siderita y de las cloritas del hierro. Por regla general la hematites de los minerales oolíticos se produce a expensas de otros compuestos ferruginosos, como la clorita, siderita y hierro oxidulado.

La Martita es una hematites pseudomorfosis de la magnetita.

(3) La Goethita se muestra entre las hematites de Serón (el Cántaro).

La pirita y la marcasita son inseparables. Aparece en cristales microscópicos en los terrenos metamórficos, esquistos, pizarras, cuarcitas, calizas cristalinas (mármoles del Gorguel-Cartagena y de Macael-Almería). Se muestra en el hullero y en las margas o arcillas secundarias y terciarias.

(4) Limonita, deriva de todos los compuestos de hierro y es el elemento colorante de las arcillas rojas submarinas, de las lateritas y de los minerales de pantanos; epigeniza restos orgánicos y forma parte del cemento de las oolitas, reemplazando a las cloritas.

hipogénicas y *secreciones directas* formadas por hierro nativo, y algunas veces óxidos y silicatos. Son ejemplos de ellos en España los criaderos de hierro magnético de Cehegín y Calasparra y los de magnetita en las serpentinadas de Sierra Bermeja (Serranía de Ronda).

*Los yacimientos filonianos* formados por sulfuros, sulfuro arseniuros, carbonatos y óxidos que son la mayor parte de los criaderos ferríferos reconocidos en todo el mundo; y a ellos pertenecen desde luego los que tanto abundan en la región estudiada.

Y por último *los sedimentarios* formados siempre de carbonatos y óxidos que a nuestro modo de ver son excepcionales y deberíamos comprender en ellos quizá los hierros oolíticos del Morrón de Alhama (Murcia); y algunos otros criaderos de la provincia de Santander, Asturias y Galicia.

Los óxidos proceden siempre de alteraciones superficiales o acciones secundarias; los silicatos y carbonatos igualmente en ciertos casos. La forma originaria de los criaderos de hierro debió ser el sulfuro y más rara vez el silicato y el carbonato. El silicato simple o doble como elemento de las rocas cristalinas; el carbonato en filones de la pizarra como los de Almagrera y los cobrizos del Tesorero y Jerez Lanteira, que como hemos dicho reducida la acción hidrotermal al relleno de su caja, son de muy limitada masa.

Sin embargo los filones de siderosa con sulfuros de otros metales procederán de una transformación de las piritas en presencia de aguas carbonatadas, correspondiendo a una última fase de circulación hidrotermal, en filones reabiertos por movimientos tectónicos acompañados de hundimientos graduales y lentos de los terrenos.

El silicato de hierro puede también producirse por una

reacción ejercida con o sin influencia calorífica sobre una sal ferruginosa en presencia de un terreno silíceo; tal es el origen de la ganga del manto de azules que arman en las pizarras cloríticas de la Sierra de Santi Spiritus (Cartagena).

El hierro con el manganeso que siempre le acompaña y el silicio han debido ascender en disoluciones ácidas, clorudadas y de ellas precipitarse el primero al estado de sulfuro, y el segundo al de silicato; aparte de las acciones de metasomatose. Cuando por la presencia de calizas se ha constituido un medio favorable, se habrán transformado o precipitado al estado de carbonato.

Ha podido desprenderse el hierro de los magmas profundos con los tres grupos de fumarolas conocidos: los cloruros, los sulfuros y los carbonatos; los cloruros con las rocas ácidas, los sulfuros con las neutras o básicas, los carbonatos con los desprendimientos filonianos.

La transformación de las sales en óxidos y de unos óxidos a otros es completamente reversible: siendo el punto de partida el óxido más estable o sea el sesquióxido (hierro oligisto). La magnetita, el silicato, la siderosa y la pirita se transforman por oxidación a la temperatura ordinaria en oligisto y el oligisto por metamorfismo ígneo, oxigenado por una intervención extraña que aporte calor, el descenso o retorno a la profundidad de los terrenos que lo contienen, vuelve a magnetita o silicato (1).

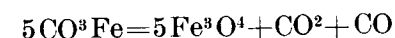
(1) En Graengenberg el oligisto se reduce en magnetita al contacto de filones de cuarzo. Los filones de cuarzo ejercen una acción reductora por medio del hidrógeno, que es producto de disociación del agua en presencia de silicatos; bien por el carburo de hidrógeno proveniente de la reacción de este último sobre el carbono o los carbonatos. En Suecia aparecen repetidas veces filones de cuarzo o de granulito con hidrocarburos o apatita que reducen el oligisto en

Esta reversión debe ser extensiva a la hidratación del oligisto formando primero la Goethita y después la limonita con otras formas intermedias ya dichas; los cuales con intervención de calor se deshidratan y se transforman en oligisto y el oligisto en magnetita y silicatos. Puede decirse que toda sustancia ferruginosa se transforma en limonita y ésta epigeniza lo mismo a la siderosa, oligisto y magnetita que a la piroxena y al anfíbol.

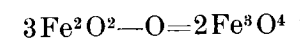
El oligisto y la magnetita se producen paragenéticamente en síntesis mineralógica y su mezcla es muy frecuente en los criaderos de tal naturaleza.

Las fórmulas que explican algunas de estas transformaciones son las siguientes:

El carbonato pasa a magnetita por metamorfismo regional.

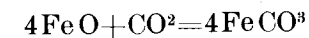
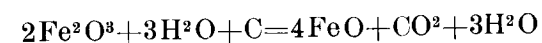


La hematites roja cambia en magnetita en presencia de un reductor



El carbonato por reducción de sales férricas, o precipitación de ferrosas en forma carbonatadas.

Las reacciones en medio reductor son:

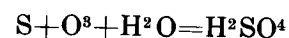
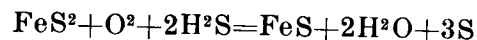
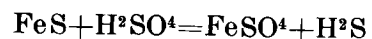
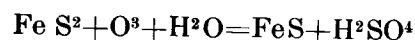


su contacto a magnetita. Se encuentran también betunes en algunos minerales de hierro.

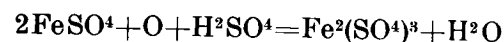
El transporte del hierro ha debido hacerse al estado de bicarbonato  $\text{Fe}(\text{HCO}_2)^2$  y en disolución por aguas cargadas de  $\text{CO}_2$ .

Esto es posible mientras hay exceso de ácido carbónico en el agua y en corto recorrido; pues en cuanto la disolución se satura de oxígeno del aire, la precipitación se hace al estado de hidróxido.

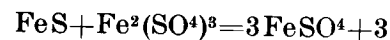
La marcasita se descompone fácilmente.



El sulfato ácido sigue oxidándose:



Según Edmons este sulfato contribuye a la continuidad de la descomposición de la pirita



Otras veces se separan las especies mineralógicas por regiones o parajes; debiendo esto interpretarse por diferencias de metamorfismo regional correspondiente a terrenos más antiguos o más profundos. Quizá llegaríamos a comprobar esto, haciendo un examen comparativo de los terrenos al Levante de la Bética, o sea de las tres provincias consideradas, con los que quedan al Poniente de los primeros, cuyo macizo principal es la Serranía de Ronda, enlazada con una de las estribaciones principales de la Meseta Central, o sea la Sierra Morena.

La pirita por acción oxidante se transforma en sulfato y en presencia de la caliza por doble descomposición en carbonato. El carbonato bajo la influencia del calor pierde el ácido carbónico y pasa a oligisto; siendo aquella forma inestable, no ha podido formarse sino bajo el nivel de las aguas fuera de la acción oxidante de las mismas, aunque se hallen hoy por movimientos posteriores a más alto nivel que el nivel hidrostático subterráneo. Esto es lo que se ve en el criadero de los Baños de Sierra Alhama y otros.

La limonita y la siderosa se relacionan según James F. Kemp con las calizas en su génesis, y el proceso de su formación alcanza, no solo a estos minerales sino a sus otras formas metamórficas, la hematites y la magnetita.

Se supuso en un principio que el carbonato de cal en la naturaleza precipitaba de las sales férricas disueltas en las aguas termominerales, óxido férrico hidratado; y de las sales ferrosas carbonato ferroso que en presencia del oxígeno rápidamente se cambia en aquel primer compuesto.

J. P. Kimball nos dice que el carbonato de hierro hidratado, que se precipita de las disoluciones ferruginosas por los distintos carbonatos alcalinos y es una sal inestable, pronto se oxida y convierte en óxido férrico hidratado, y deduce de este hecho que las masas de carbonato de hierro anhidro no han podido ser originadas por precipitación directa sino por pseudomorfosis de la caliza.

Es muy cierto, y ya lo hemos dicho en otra ocasión que se exagera el papel de las calizas como roca madre de los yacimientos ferríferos, hasta tal punto que algunas masas de magnetita formando interposiciones en las pizarras cristalinas se suponen tener este mismo origen y que la caliza desapareció sin dejar huella alguna; pero no de-

be olvidarse que la siderosa y por consiguiente el oligisto y la limonita se presenta frecuentemente en la naturaleza sin la intervención de dichas rocas.

Los yacimientos de sustitución empiezan por las diaclasas y leptoclasas, por los planos de estratificación, los poros y huecos de la caliza. Entonces se efectúa la remoción de la sílice y de la alúmina, después la disolución de la roca de caja y su sustitución por el mineral; y esto tiene efecto, no solo en las calizas sino también en las cuarcitas y las pizarras. En el Lomo de Bas se ven hierros hidroxidados que reproducen la textura de las pizarras cloritosas y micáceas. En las masas de hierros y carbonatos de plomo de Santi Spiritus y la Crisoleja es también esta circunstancia muy frecuente.

Habremos de añadir que los criaderos de hierro oolíticos o compactos compuestos por óxidos férricos, anhidros o hidratados, o también por magnetitas que forman interposiciones entre las pizarras: que no muestran nudos o partes inalteradas de calizas o indicios al menos de estas rocas, no pueden proceder de fenómenos secundarios producidos en su seno; porque tales fenómenos no son probablemente nunca tan uniformes, tan extensos ni tan enérgicos como para borrar todo vestigio de su preexistencia.

De lo antes expuesto deduciremos la importancia que tiene el conocer la verdadera composición química y mineralógica de un criadero, para deducir sus relaciones tectónicas y para juzgar su valor industrial desde el punto de vista de ciertas transformaciones que puede experimentar la masa explotable en el curso de su laboreo.

Existen grandes masas de sulfuros en las pizarras (Sur de España, Huelva) y yacimientos importantes de carbonatos en las calizas, que con la profundidad hacen tránsito a los sulfuros; lo cual parece demostrar que predo-

mina en las mineralizaciones las disoluciones hidrotermales ferruginosas sulfuradas las cuales se precipitan, y rellenan los huecos producidos por exfoliación, desoldadura y cuarteamiento o trituración de las pizarras y penetran en las calizas por los huecos preexistentes, cavernas, diaclasas y planos de junta. Aquellos materiales se disuelven en grandes porciones para ser sustituidos molécula a molécula por otros compuestos, dejándolos frecuentemente inalterados, y presentando todas las gradaciones de mineralización que se derivan de las variadas condiciones físicas y químicas de la roca, y de la naturaleza de estos fenómenos.

Las masas de hierro carbonatado parcialmente oxidadas en los afloramientos o en la zona más inmediata a éstos, se presentan en regiones quebradas con superficies de mayor desarrollo y más expuestas a la penetración de los agentes exteriores y por lo tanto a las acciones secundarias. La zona oxidada más pura aparece inmediata a los crestones; después se muestran los carbonatos y óxidos mezclados y en el límite inferior de las vaguadas los primeros, y por debajo de ellos los sulfuros.

En el Tesorero en la mina "Hernán Cortés", la zona oxidada alcanzó al macizo entre 5ª y 6ª planta; o sea a 121 metros por bajo del afloramiento y a 12 sobre el nivel del Arroyo de Uelia que corre por su pie.

La mena de hierro no se genera por consiguiente sino por acciones meteóricas, después de su depósito, dando lugar en muchos casos a concentraciones o enriquecimientos por decalcificación.

El hierro al estado de sulfato o de carbonato ferroso o el procedente de las rocas silicatadas al disgregarse y disolverse será transportado y reprecipitado al estado de sesquióxido dentro de la misma caja del criadero o bien



en el fondo de los lagos o del mar al estado de carbonato o silicato para formar yacimientos sedimentarios.

Es indudable que en los sedimentos ferruginosos que descubren las exploraciones oceanográficas, sean estos o no criaderos asimilables por su enriquecimiento posible a los criaderos superficiales explotables y pudiendo ser considerados como criaderos en vías de formación, entran los silicatos ferro-aluminosos o potásicos como la chamoisita, la berthierina, la bavalita (1) y la glauconia.

La glauconia se asocia con el sulfato de cal con relativa frecuencia. Proviene de la descomposición de los feldspatos cristalinos y se reprecipita con facilidad algunas veces por intervención de foraminíferos o de otros organismos de conchas calizas. Las oolitas de limonita, si son propiamente sedimentarias, proceden probablemente de la oxidación de oolitas de berthierina.

La glauconia se deposita en fondos que varían entre 200 y 1800 m. compuestos por arenas y fangos de color verdoso; es decir, en aquellas profundidades en donde empiezan a hacerse sensibles las corrientes y las mareas y forman generalmente fajas paralelas a su costa.

(1) La chamoisita, la bavalita y la berthierina, son cloritas o bien silicatos hidratados de hierro y alúmina no potásicos, que juegan quizá importante papel en la génesis de los hierros oolíticos. Sus denominaciones establecen más bien diferencias de localización que de composición. Los tres se caracterizan por la presencia de la alúmina y la ausencia de la potasa.

Son hojosas o escamosas como las micas y las cloritas y son fácilmente alterables pasando a hematites roja y parda y rara vez a pirita.

Parecen haberse formado posteriormente a la sedimentación puesto que se les ve epigenizar restos orgánicos y tienen gran semejanza con la glauconia que es también una clorita. La glauconia es contemporánea de la sedimentación mientras que los silicatos dichos son productos de sustitución siempre posteriores a aquélla.

Suele venir asociada con nódulos de fosfato de cal, y su textura es en granos redondeados que contienen núcleos formados por conchas microscópicas de foraminíferos, pero no ofrecen totalmente el carácter de las oolitas.

Su origen puede explicarse por la acción del agua del mar sobre las arcillas y los silicatos que constituyen los sedimentos, conservando siempre el carácter típico de las formaciones marinas.

Existe principalmente en los terrenos cretáceos y terciario aunque se encuentra también en otros antiguos como el cambriano de América y el siluriano de Rusia; y parece debiera alcanzar gran preponderancia entre los fenómenos constitutivos de las formaciones ferríferas sedimentarias.

Eckel calcula que las arenas verdes del cretáceo de Nueva Jersey, contienen más de 75 millones de toneladas de óxido férrico; pero esta hipotética cifra nada demuestra respecto a la realización consiguiente de concentraciones susceptibles de originar criaderos explotables, y parece lógico admitir que fenómenos de mineralización actuales en fondos submarinos, den solo origen a depósitos semejantes a la creta glauconiosa de la cuenca de París y a lodos y arenas verdes de las que forman parte de los depósitos terrígenos debido a la transformación de los azules (1). La coloración de estos parece deberse a la materia

(1) El Sr. H. Sampelayo dice que el origen de un fenómeno tan general como los depósitos de hierro ordovicienses de Galicia, deberá explicarse por una intensa aportación de sales de hierro sobre cordones terrígenos de composición análoga a los citados. Según Clarke las aguas de los ríos llevan hasta 0,0196 gramos de hierro por litro.

Influyen en la formación de estas disoluciones la presencia en el suelo de ácidos orgánicos, como el fórmico, láctico, cítrico, tartárico,



orgánica que contienen y al sulfuro de hierro que forma parte de ellos, el cual se transforma en silicato en presencia del hidrógeno sulfurado procedente de la primera.

Las oolitas (calizas) susceptibles de ser sustituidas y convertidas en mineral de hierro o formando capas de mineral directamente precipitado con tal textura, constituyen depósitos comprendidos en una cierta zona intermedia entre los depósitos litorales y los terrígenos.

Tienen por lo tanto un nivel claramente definido, y esta condición contribuye al estudio estratigráfico y tectónico de la región en que se muestran y facilita la investigación de tales criaderos.

Para explicar el origen de los depósitos oolíticos que tienen grande importancia desde el punto de vista industrial por la gran extensión que suelen abarcar, y su repetición probable en profundidad, existen tres supuestos: la formación sedimentaria ferruginosa directa, la formación sedimentaria silicatada y la formación hidrotermal por sustitución de las oolitas calizas.

La presencia en ellas de restos orgánicos parece justificar la realidad de la tercera hipótesis; pero conviene no olvidar que estas formaciones pertenecen a fondos terrí-

butrico, propiónico y úlmico, además del clorhídrico, el fosfórico y el silícico que son arrastrados por las aguas y disuelven el hierro de las rocas. El vehículo de las sales de hierro es, desde luego, el ácido carbónico. También la intervención de ciertas bacterias como los *Gallionella spirofilum*, *Leptotrice*, etc.; y su intervención alcanza a los fenómenos de hidroxidación superficiales en las encostraciones de robn de las piezas de hierro, en el aire húmedo, y en los precipitados ocráceos y flecosos de todas las aguas ferruginosas.

Nos parece sin embargo poco verosímil que estas acciones hubieran de producir otros depósitos que los débilmente mineralizados distinguibles por su rubefacción, bien tierras, fangos o areniscas rojas.

genos en donde viven numerosas especies de braquiópodos, crinoides, briozoarios y girvanellas que aparecen incluidos en los granos; también algas fitobénticas que prosperan en los mismos fondos, y son organismos que abundan en los terrenos primarios y secundarios. En las calizas gothlandeses del Báltico se conocen zonas de girvanella que tienen gran desarrollo.

Mr. Whetered ha dicho que las oolitas y pisolitas, no son concreciones sino cuerpos resultantes del crecimiento y arrollamiento de tubos de girvanella alrededor de un núcleo; pero Lucien Cayeux ha visto en los minerales de hierro oolíticos del siluriano de la Ferriere aux Etangs (Orne) innumerables girvanellas que no son constructoras de oolitos como se cree, sino que ejercen su acción para destruirlos.

Pero insistimos en nuestras dudas sobre las formaciones ferríferas sedimentarias en general; y en la evidencia de que éstas no forman parte del número de los yacimientos de esta región metalogénica.

**Resumen:** La magnetita es un producto de secreción de rocas básicas o neutras.

Las rocas ácidas suelen ofrecer secreciones de oligisto cuya forma inicial ha sido el cloruro o el sulfuro: en las traquitas de Rodalquilar (Cabo de Gata) al estado de pirita aurífera.

La forma originaria del hierro en los yacimientos filonianos ha sido el sulfuro o el carbonato.

La sustitución de las calizas por el sulfuro se hace por doble descomposición precipitándose la siderita. Este es el tipo característico y es casi exclusivo en la provincia metalogénica que estudiamos. Existen los criaderos de secreción de las ofitas en Cehegín y Calasparra; los filo-

nes del Tesorero y Almagrera, son ejemplos del ascenso y precipitación de disoluciones ferríferas carbonatadas; y los de Sierra Alhamilla y Alquife de masas carbonatadas por doble descomposición.

Los filones o masas sulfuradas de las pizarras forman por alteraciones superficiales crestones de hematites, algunas veces explotables, como en el Tesorero.

La solubilidad del hierro y su facilidad de ser transportado puede originar en circunstancias muy especiales criaderos sedimentarios. En la región considerada solo existe un ejemplo que es el de los hierros oolíticos de Alhama (Murcia) de muy dudoso origen (1).

---

(1) De Launay dice que las secreciones son características de rocas básicas en formaciones profundas que la denudación ha puesto al descubierto y corresponden a cordilleras antiguas cuya localización es al Norte del hemisferio boreal. Las filonianas, filones en pizarras o masas en calizas, son propias de los terrenos quebrados en que el nivel hidrostático subterráneo es más profundo; y abunda en las cordilleras plegadas más recientemente sobre aquéllas; alcanzando a la región mediterránea del Norte y del Sur. Nuestro caso conviene en absoluto con esta concepción.

## ELEMENTOS ACCESORIOS

---

Es muy importante el estudio de los elementos accesorios de los minerales por el auxilio que prestan a la interpretación de los fenómenos originarios de los criaderos, de cuyo relleno forman parte; y por su influencia favoreciendo o perjudicando su aprovechamiento en vista de las cualidades que comunican a los productos metalúrgicos resultantes del tratamiento de aquéllos.

Son tales sustancias la cal, la sílice y la alúmina; ciertos metaloides superficiales como el fósforo, azufre y arsénico; y algunos metales asociados como el cobre que les es perjudicial; el manganeso, cromo, vanadio y molibdeno (1) que le favorecen.

La cal es un elemento favorable para la fundición. La proporción en que entra en los minerales de hierro influye en su precio. La calcita es la especie mineralógica que la aporta y también la dolomía, la anquerita (2) y el fosfato. Procede de los terrenos de caja, por regla general

---

(1) También el plomo, el zinc y el cobalto. En los minerales del Tesorero el bismuto.

(2) Dolomías con más del 15 % de carbonato ferroso.

campo de acción de los fenómenos metasomáticos, que originaron en gran proporción los criaderos ferríferos existentes. La sedimentación del hierro dio lugar a la precipitación conjunta del fosfato y carbonato de cal con intervención de organismos.

**La sílice:** viene asociada también al hierro en las disoluciones termo-ferruginosas; y en los criaderos sedimentarios proviniendo igualmente de los organismos. Produce concentraciones cuya intensidad aumenta de un modo gradual por decalcificación. Fenómenos de la misma índole o sea acciones secundarias originan la disolución del hierro y de la cal, y por consiguiente las zonas superficiales de los criaderos ferríferos aparecen más silíceas y las inferiores más ricas en hierro.

La alúmina llegó a depreciar notablemente, en época pasada, los minerales que la contenían en cierta proporción; hoy este elemento no se tiene ya en cuenta comercialmente.

Proviene de las arcillas residuo de disolución de las calizas al ser sustituidas por el hierro. También asciende asociada a este elemento en sus disoluciones hidrotermales.

El fósforo en mayor proporción de 0,08 favorece la venta de los minerales que se destinan al procedimiento Thomas. La ausencia completa de este elemento o su presencia en pequeña cantidad siempre menor de 0,05, aumenta el precio de los minerales tratables por el procedimiento Bessemer. Todos los tipos intermedios son menos estimados comercialmente y se suelen vender en mezcla con otros de gran pureza.

El fósforo existe indudablemente asociado al hierro en los magmas profundos, así como con el cloro, azufre, car-

bono e hidrógeno; puede proceder de aquéllos y también de los terrenos de caja; y en criaderos sedimentarios de los restos orgánicos entremezclados por la sedimentación.

Se distribuye irregularmente en la masa del mineral de cada criadero, y el hecho no es fácilmente explicable. Sin embargo se aducen razones para justificar la mayor pureza de los minerales de unos criaderos con relación a los de otros: como regla general los criaderos que arman en las calizas son siempre los más puros y a la vez los que forman interposiciones en las pizarras cristaloflianas de su misma edad; porque el fósforo que en su origen tuvieron, desapareció por acción continua y ampliamente prolongada del meteorismo en la zona superficial. La caliza casi siempre más moderna ha hecho más activa esta eliminación formando fosfato de cal disuelto en agua con un exceso de ácido carbónico.

También son puros los minerales que proceden de desprendimientos gaseosos en fumarolas carburadas, siendo depositados en forma de sulfuro, como acontece en las formaciones filonianas o compactas.

Los criaderos más ricos en fósforo suelen ser los de secreción en rocas hipogénicas. En éstos la especie hierro magnético u oligisto, se asocia con la apatita, como acontece en los criaderos de Cehegín y Calasparra de la provincia de Murcia que repetidamente hemos citado, o aquellos que proceden de emanaciones cloro-fluoruradas procedentes de granulitas, produciendo también apatita, como los oligistos fosforosos y magnetitas asociados a los Albitofiros de Kirunavara. Y muy especialmente los sedimentarios, por los restos orgánicos, que ya hemos repetido que encierran. Todos los sedimentos formados a corta distancia de la costa cargados de conchas y organismos tienen siempre fósforo hasta la proporción de 1 a 2 %.

Por regla general todos los criaderos contienen fósforo en sus crestos procedente de los terrenos de caja y por secreción lateral.

**El azufre:** procede de los sulfuros; es decir, de la piritita que da origen al carbonato por doble descomposición. Llega a eliminarse por tal medio en su totalidad; salvo el residuo de yeso que queda interpuesto en su masa.

Los criaderos de origen piritoso aumentan gradualmente la proporción de azufre con la profundidad, por la gradación del fenómeno en sentido vertical más o menos retardado por hundimiento lento del terreno, o acelerado por elevación y denudación, tomando como punto comparativo el afloramiento o sea la intersección del suelo en cada instante con el criadero.

En los sedimentos ferruginosos la piritita procede de reducciones en presencia de sulfatos disueltos por la materia orgánica y permaneciendo ésta inalterada por tratarse de sedimentos marinos bathiales, o profundos bajo otros más recientes rápidamente acumulados.

El arsénico en excesiva proporción solo se encuentra en criaderos sulfo-arsenicales de origen filoniano, y los minerales de hierro que los contienen resultan comercialmente inaprovechables.

**El titanio:** imposibilita o por lo menos dificulta la fusión de las menas que lo contienen. Aparecen los hierros titanados con los oligistos y las magnetitas, y es aquél un elemento que se asocia al hierro en los magmas originales. También puede proceder de las rocas de caja por secreción lateral.

**El manganeso:** forma paragénesis con el hierro; es de-

cir, le acompaña constantemente en todas las formaciones y es difícil el explicar el origen y la constitución de sus criaderos, al hacerlo con abstracción absoluta del segundo elemento. Ya lo hemos expuesto así anteriormente diciendo que un estudio metalogénico, no puede hacerse metódica y racionalmente por variedades de criaderos fundadas en un cierto carácter sino por regiones con una misma tectónica y un mismo magma regional. Con mayor razón será esto necesario al tratarse de elementos minerales tan íntimamente afines. Es tan cierta esta afinidad que aun en las rocas cristalinas o cristalofílicas se ve el manganeso tomar el puesto del hierro molécula por molécula. Existen en el Piamonte gneises cargados de mica, anfíbol, clorita y epidota manganesíferas; en Suecia (Danne-mora) rocas que reciben el nombre de Skarn, contienen peridoto y actinota también manganesíferos; y las magnetitas de Ain Mokra (Argelia) son manganesíferas.

Las magnetitas de Mokta el Hadid lo son también frecuentemente; en las de Norberg (Suecia) la riqueza en manganeso alcanza al 10,40 %. Abundan los hierros manganesíferos en Cartagena y en Huelva. En el primer punto aparecen asociados bajo las aguas, los carbonatos de los dos cuerpos afines y el silicato de uno de ellos, el manganeso.

Existe analogía hasta en la forma de concentrarse en masas explotables; sustituye a las calizas y forma también capas que se dicen sedimentarias constituidas por pirolusita y acerdesa fosforosas, análogamente a los hierros de Meurthe et Moselle. Son estos los criaderos del Cáucaso cuya producción casi anuló en los años anteriores a la Guerra, la exportación de los hidróxidos de Cartagena y Huelva.

Presentan dichos dos cuerpos diferencias respecto a la

transformación que por acciones secundarias han sufrido los minerales de origen para llegar a tener valor comercial; y son éstas que el hierro abunda en profundidad al estado de sulfuro, y el sulfuro de manganeso es una rareza mineralógica; por lo tanto el carbonato de manganeso que aparece en masas y filones, se ha formado por descomposición del silicato aportado por circulación hidrotermal en presencia del ácido carbónico, del aire y de las calizas, originando sustituciones de masa.

Dijimos y repetiremos que el hierro y el manganeso con el silicio ha debido ascender en disoluciones ácidas, cloruradas, algunas veces fluoruradas (Romaneche); y precipitarse el primero al estado de sulfuro y el segundo al de silicato.

En el cuadro que a continuación exponemos aparecen las proporciones de estas sustancias en algunos de los minerales, cuyos criaderos se describen en este tomo.

CANTIDAD DE IMPUREZAS DE ALGUNOS MINERALES

LOCALIDADES	Ca. O.	Si. O <sup>2</sup> .	Al <sup>2</sup> . O <sup>3</sup> .	Ph.	As.	Mn.	Cu.	S.
X Alquife . . . . .	4,6	3,6	1,75	0,017	»	»	»	»
Dolar y Ferreira . . .	0,30	1,30	0,48	»	0,003	1,35	0,19	»
Huéneja . . . . .	0,57	5,88	0,45	0,254	0,03	2,72	0,029	0,041
Abrucena . . . . .	2,50	9,85	2,22	0,04	»	»	»	0,06
X Beires-Ohanes y Can- jayar . . . . .	0,49	11,40	3,40	0,052	»	3,80	»	0,028
Paterna. Bayarcal . . .	»	»	»	0,02	»	6,06	»	0,06
Fuentes de Paterna . . .	2,80	»	1,05	»	»	3,10	»	»
Mairena, Cortijo de Rafael Román. . . . .	4,10	3,50	1,80	»	»	6,03	»	»
X Busquístar (El Con- juro) . . . . .	3,25	2,00	»	»	»	4,40	»	»
Lanjarón . . . . .	»	7,00	»	0,05	»	0,89	»	»
Sierra Harana, Alfa- car, Cogojos. . . . .	3,20	4,35	»	»	»	0,40	»	»
Colomera Trujillo. . . .	»	13,00	4,30	»	»	0,80	»	»
Sierra Elvira . . . . .	»	15,05	»	»	»	»	»	0,24
de . . . . .	0,04	3,53	0,7	0,037	0,07	1,00	0,24	0,027
Charches. . . . .	2,20	9,28	»	0,08	»	4,68	»	0,07
Corbul . . . . .	2,00	12,00	»	0,04	(1) 0,15	»	(1) 3,10	(1) 7,67
Macael . . . . .	13,88	4,50	»	»	0,046	0,80	»	0,092
Líjar . . . . .	12,20	5,52	»	»	0,065	1,36	»	0,02
Olula de Castro . . . .	»	6,45	»	0,01	0,06	1,14	0,10	0,10
Bédar . . . . .	3,81	8,27	»	»	»	0,38	»	0,024
Sierra Almagro . . . . .	4,10	7,30	»	»	»	0,83	»	»
Jaravia . . . . .	»	9,31	»	0,024	0,01	3,80	»	»
X Herrerías (Cuevas) . .	4,10	7,30	»	»	»	0,83	»	»
Turrillas . . . . .	»	5,40	»	»	»	4,49	»	0,085
Tabernas. . . . .	8,6	8,00	1,15	»	»	5,00	»	0,07
Baños de Sierra Alha- milla . . . . .	2,457	10,7	1,179	0,015	»	3,04	»	»
Níjar . . . . .	0,31	3,28	»	0,022	»	0,31	»	0,06
Sierra de Lúcar . . . .	7,18	2,88	»	0,012	»	»	»	0,065
Chirivel y Vélez Ru- bio . . . . .	»	9,30	»	0,02	0,045	1,12	0,34	»
Laujar. . . . .	2,90	7,50	1,25	0,023	»	3,03	»	»

(1) Los carbonatos.

## **CAPÍTULO VII**

### **CLASIFICACIÓN DE LOS CRIADEROS**

No creemos que uno de los tomos de esta colección sea el lugar más apropiado para dar a conocer una clasificación general de los criaderos minerales. La correspondiente a los de cada provincia y zona estudiada es siempre útil y necesaria para hacer comprender su origen e importancia; pero en nuestro caso son aquéllos tan poco variados que la consideraríamos desprovista de todo interés, sino hubiere razones poderosas que nos obliguen a tratar este punto.

El Ingeniero D. Primitivo H. Sampelayo, da en su tomo sobre los hierros de Galicia, la clasificación de Stelzner, que el Sr. Adán de Yarza modificó incluyéndola en sus apuntes de criaderos, cuando desempeñaba la Cátedra de Geología en nuestra Escuela; y al verla en su libro, hubimos de deplorar que el Instituto Geológico haya omitido el adoptar esta u otra clasificación, como lo hizo en época pasada respecto a los terrenos y las rocas hipogénicas.

No con el fin de demostrar que la clasificación que vamos a exponer sea la más racional, ni que esté en completa concordancia con la totalidad de los conocimientos meta-

logénicos de la época presente; sino porque nos creemos en el deber de cooperar a tal propósito vamos a exponer al efecto una clasificación conforme con las ideas de De Launay y Beck, y ofreciendo algunas variaciones respecto a las del libro del Sr. Sampelayo; las cuales procuraremos razonar en la medida que nos sea posible hacerlo.



CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS CRIADEROS METALÍFEROS

Singenéticos (sedimentarios) (1)	<p>Capas, riñones y masas lenticulares.</p> <p>Formaciones ferríferas marinas y más principalmente lacustres.</p> <p>Hierros oolíticos y de pantanos.</p>
Dentógenos por acumulación de elementos metalíferos procedentes de yacimientos preexistentes, destruidos por descomposición química o derrumbamiento. (2)	Óxidos de hierro y bauxitas aluviones metalíferos o placeres
Diferenciaciones o secreciones magmáticas. (Acción ígnea). (3)	<p>Incluidos en la masa de las rocas hipogénicas.</p> <p>En su contacto o en la proximidad. Secreciones periféricas. (A) (4)</p> <p>Por reacción química de la roca sedimentaria envolvente (Calizas y magnetitas de Cehegín).</p> <p>Por endemorfis o.</p>
Rellenando huecos	<p>Fracturas filones y filones capas. (B).</p> <p>Huecos irregulares por disolución. Masas, bolsadas y nudos en las calizas (5).</p>
Epigenéticos, filonianos, neumatolíticos o hidrotermales.	<p>(a) Huecos lenticulares por exfoliación o desoldadura de los estratos. Masas lenticulares, sulfuros u óxidos de hierro en las pizarras.</p> <p>(b) Impregnaciones o infiltraciones de fisuras, poros, planos de esquistosidad de las rocas criptocrystalinas o sedimentarias siempre a gran presión. Criaderos reticulados. Impregnaciones difusas. Capas.</p> <p>(c) Sustitución de calizas. Metasomatose. Carbonatos y sulfuros de plomo y zinc; masas ferríferas y manganesíferas.</p>

(A)	Secreciones	de metales nativos . . . . .	} Hierro. Níquel. Platino. Cobre.	
		de óxidos . . . . .	} Magnetita. Magnetita titanífera. Cromita (Ronda). Casiterita.	
		de sulfuros. . . . .	} Pirrotina níquelífera y cobaltífera. Pirita. Calcopirita. Chalcosina. Filipsita . . . . . Pimerita (Hidroxilicato de níquel y magnesio) } Garnierita . . . . . } Niquelina. . . . . } Erubescita. Molibdenita (Vélez Benaudalla). Galena y blenda (raros).	} Málaga

(B) Fracturas, filones y filones capas.	Filones de hierro y manganeso carbonatados. — oxidados (Cartagena, Águilas, Herrerías). (Comprende 3 subdivisiones. Según Beck).
	Filones estanníferos. — cupríferos (4 subdivisiones).
	Filones plumbo-argentíferos (3 subdivisiones). — argentíferos (4 subdivisiones).
	Filones auríferos (3 subdivisiones). — antimoniosos.
	Filones cobaltíferos, bismutíferos y níquelíferos (3 subdivisiones).
	Filones de mercurio.

(1) Sedimentar es la acción de depositarse una materia en suspensión en un líquido que se precipita al fondo por su gravedad. Por esto consideramos que tal denominación no es apropiada, porque las materias que forman estos criaderos están en disolución no en suspensión y se precipitan, porque las disoluciones se concentran, y no por la acción de la gravedad; por lo cual a nuestro entender, debieran denominarse de precipitación química, marina o lacustre; y habría que distinguir entre el transporte por corrientes superficiales de las sustancias que proceden de criaderos preexistentes, y el directo por emanaciones eruptivas submarinas, sin que en uno y otro caso se prescindiera de la diagénesis sobre los depósitos precipitados para aumentar su ley como causa concomitante en su origen. No nos hemos atrevido sin embargo a adoptar una tan radical modificación al definir este grupo.

(2) No se justifican las dos variantes que se admiten en la clasificación, porque es difícil en todos los casos hacer separación de las causas, y probablemente intervienen ambas con gran frecuencia en el mismo fenómeno.

(3) La relación de tiempo y de distancia a la roca estéril que envuelve la porción mineralizada, justifica sobradamente la distinción de dos grupos distintos, que son los dos límites extremos del proceso seguido por la naturaleza para la formación de los criaderos de origen neumatolítico. El carácter tan especial del primer grupo de esta clasificación es suficientemente notorio y constituye a nuestro entender plena confirmación de aquel proceso.

La condición de origen del criadero, contemporáneo del de la roca que lo envuelve no es un carácter demostrativo de parentesco alguno entre yacimientos de tan distinta condición, como son las diferenciaciones o secreciones magmáticas, grado máximo de la acción ígnea, y los yacimientos sedimentarios cuyo origen es en un todo semejante y opuesto.

(4) De Launay las llama de "depart., y comprende en ellas también las mineralizaciones de las fracturas inmediatas a los contactos.

Deben ser propiamente llamados criaderos de contacto las diferenciaciones magmáticas que producen acumulaciones de compuestos metálicos, que se producen por reacciones químicas sobre calizas, o por rápido enfriamiento debido al contacto de rocas sedimentarias diversas.

Las mineralizaciones en el contacto de las calizas y dentro de la masa de éstas siempre en la contigüidad de la roca hipogénica, deben comprenderse en el 4º grupo 3ª subdivisión de las formaciones epigenéticas, porque es sólo un caso particular de la influencia de los hastiales en la distribución de las bonanzas dentro de la caja de los criaderos.

(5) No puede ser absoluta la separación entre esta forma y la correspondiente al subgrupo 3º del 4º grupo pues unos y otros pueden ser criaderos de sustitución, (b) con el nombre de filonianos hacemos referencia a todo relleno o impregnación de origen hidrotermal.

ÍNDICE-RESUMEN Y CLASIFICACIÓN DE LOS CRIADEROS DE HIERRO  
DE LAS PROVINCIAS DE ALMERÍA Y GRANADA

238

SITUACIÓN GEOGRÁFICA	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN
SIERRA NEVADA			
X Alquife . . .	Hematites roja y parda con oligisto en masas estratificadas.	Calizas cristalinas.	Epigenéticos metasomáticos.
Dólar, Ferreira, Aldeire	Filonos que cortan las pizarras micáceas arcillosas de hematites parda y roja con cuarzo.	Pizarras cristalinas.	Epigenéticos.
Huéneja . . .	Filonos de hematites y carbonatos o masas en las calizas dolomíticas.	Id.	Epigenéticos metasomáticos. Se admite que las capas que aparecen entre las pizarras son de sustitución de los mármoles y algunos han supuesto que son sedimentarias.
Abrucena. . .	Filonos capas de hematites parda y roja con oligisto y carbonato.	Pizarras micáceas.	
Abla . . . . .	Pequeños filones en las micacitas y pizarras silíceas.	Estrato cristalino.	Epigenéticos.
X Beires, Ohanes y Canjáyar.	Masas en las calizas triásicas que se enlazan con vetas y filones en las pizarras micáceas subyacentes de hematites y carbonatos.	Triásico y estrato cristalino.	Epigenéticos metasomáticos.
Laujar y Fondón.	Masas de hematites en las calizas en relación con filones en las pizarras.	Pizarras micáceas y calizas.	Id.
Paterna y Bayáreal.	Hematites que forman masas de contacto de las calizas triásicas con las pizarras cristalinas.	Triásico y estrato cristalino.	Id.
Mairena y Ugíjar.	Masas de oligisto en las calizas triásicas y en sus contactos con las pizarras micáceas en relación con vetas o filoncillos que atraviesan estas últimas y llevan piritas ferro-cobrizas.	Id.	Id.
Mecina-Bombarrón y Yegen.	Masas en las calizas triásicas y vetas de oligisto en las pizarras micáceas.	Id.	Id.
Válor y Nechite	Masas de limonita en las calizas y dolomías triásicas.	Triásico.	Id.
Bérchules (Narila y Cadiar).	Filonos de hierro oligisto y hematites roja que cortan las micacitas y los mármoles y producen capas de sustitución.	Estrato cristalino.	Id.
Nieles, Jubiles, Timar, Cerro del Almirez.	Filonos de hematites y carbonatos en las pizarras micáceas.	Id.	Epigenéticos.

239

SITUACIÓN GEOGRÁFICA	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN
X Busquístar . . .	Masas en las calizas en contacto de las pizarras cristalinas, de hematites parda con manganeso.	Triásico y estrato cristalino.	Epigenéticos metasomáticos.
Notáez. . . .	Bolsadas de calizas ferríferas de 25 a 30 %.		Id.
Cástaras . . .	Filones de hematites roja compacta en las micacitas y en las calizas y dolomías superpuestas, en relación con pórfidos graníticos y cuarzosos y mineralizaciones de zinc (calaminas) y mercurio (cinabrio).		Id.
Portugos, Mecina-Fondales y Ferreirola	Masas en las calizas y dolomías del Muschelkalk.	Triásico.	Id.
Pampaneira, Bubión, Capileira y Pitres	Filones de 0,50 a 70 de potencia, de hematites parda y roja con cuarzo, pirita de cobre y hierro y siderosa, en las pizarras micáceas.	Estrato cristalino.	Epigenéticos.
Carataunas, Órgiva y Sopontujar			
Lanjarón, Tablate y Beznar	Masas de hematites pardo manganésíferas en las calizas triásicas.	Triásico y estrato cristalino.	Epigenéticos metasomáticos.
SIERRA HARANA			
Alfahar y Cogollos.	Diversos afloramientos de hematites correspondientes a masas en calizas y dolomías.	Triásico.	Id.
Huétor-Santillán, La Peza y Diezma.	Masas de hematites en las calizas dolomíticas en relación con mineralizaciones sulfuradas de zinc y plomo, en el contacto de las calizas dichas y las pizarras talcosas descompuestas.	Id.	Id.
X Sierra de Lújar, La Contraviesa y El Cerrón de Murtas.	Manchas de hematites pardas, rojas y ocreas en las calizas triásicas y al contacto de las pizarras cristalinas.	Id.	Id.
Alhama y Sierra de las Guájaras (Vertiente Sur).	Masas de sustitución de las calizas triásicas y en los contactos con pizarras sericitosas y talcosas.	Id.	Id.
Loja, Zafarraya y Algarinejo.	Masas o capas de hematites roja que arman en las calizas dolomíticas del triás y en el contacto de las pizarras micáceas, vetas en las mismas con piritas ferro-cobrizas.	Id.	Id.
Colomera, Los Trujillos (Montes de Granada) y Sierra Elvira.	Masas estratificadas de hematites al contacto de las calizas margosas superiores con las margas.	Liásico.	Id.
Sierra de Baza, Gor y Gorafe.	Grandes manchas superficiales que deben corresponder a masas de sustitución de las calizas. Las metalizaciones se concentran en peque-	Triásico.	Id.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN
	ñas venas de hematites roja y hierro oligisto laminar.		
Caniles, Tesore-ro.	Filonos de hierro oligisto y hematites roja y parda en la zona oxidada, de siderosa, pirita, calcopirita y bismutina en la zona profunda.	Pizarras del estrato cristalino.	Epigenéticos.
Calar de la Rapa	Filonos y filones capas de hematites en las pizarras cloríticas, y capas en el contacto de éstas con los cipolinos.	Id.	Id.
Coto "El Raposo,, (Dólar)	Filonos de hematites roja y parda que cortan las micacitas cuarcíferas y granatíferas. Son prolongación de los filones de Huéneja.	Estrato cristalino.	Id.
Charches . . .	Masas de hematites roja y parda en los mármoles y en las calizas triásicas al contacto con las pizarras micáceas y filones en las micacitas granatíferas.	Estrato cristalino y triásico.	Epigenéticos metasomáticos.
Orce, Cúllar y Huéscar	Masas en las calizas y filones en las pizarras micáceas.	Triásico y estrato cristalino.	Id.
X Sierra de Filabres, Serón y Bacares	Masas de sustitución de las calizas marmóreas de hematites roja y parda. También en las calizas triásicas (Cuevas Negras y Gran Coloso).	Estrato cristalino y triásico.	Id.
	En dependencia con los criaderos de las calizas y como conductor de las disoluciones que han precipitado el hierro en aquéllas, existen filones que arman en pizarras en el Barrancón (Inesperada y la Ascención, Gran Coloso y Barranco del Águila) con minerales sulfurados (pirita de cobre).		
Alcóntar y el Corbull.	Masas mucho menos importantes de la misma naturaleza, filones de carbonato en las micacitas.	Estrato cristalino.	Epigenéticos metasomáticos.
Bayarque (Tijola).	Masas de hematites y oligisto en las calizas cavernosas y sabulosas.	Triásico.	Id.
Sufli y Sierro.	Masas de hematites roja y parda que arman en las calizas.	Id.	Id.
Purchena. . .	Pequeñas masas en las calizas sabulosas.	Id.	Id.
Almanzora, (Cantoria).	Masas de hematites en las calizas dolomíticas al contacto con las pizarras cristalinas.	Id.	Id.
Albanchez, Cóbдар y Macael.	Hierros magnéticos y oligistos en los mármoles como secreciones de las diabasas cuyos diques los atraviesan; los de Cóbдар se relacionan con bolsadas de galena en las calizas dolomíticas del Cerro Blanco.	Estrato cristalino.	Secreciones periféricas.
Chercos y Líjar	Masas de hematites parda que arman en las ca-	Triásico y estra-	Epigenéticos metaso-

SITUACIÓN GEOGRÁFICA	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN
	lizas sabulosas, y en las calizas cristalinas subyacentes.	to cristalino.	máticos.
X Gérgal. . . .	Filonos en las pizarras silíceas y micáceas de oligisto y hematites. El relleno es en muchos puntos una brecha de cuarzo, pizarras y hierro con cemento arcilloso. En profundidad siderosa. Contienen cobre pero no muestran ni plomo ni zinc.	Estrato cristalino.	Epigenéticos.
X Olula de Castro	Filonos en las pizarras que alcanzan más de 10 kilómetros de longitud, hierros oligistos y hematites. En profundidad siderosa.	Pizarras micáceas del estrato cristalino.	Id.
Fiñana (Escullar).	Filonos de hematites roja y parda entre las micacitas.	Estrato cristalino.	Id.
Naçimiento y Jilma.	Filonos de hematites en las pizarras cristalinas; de la misma condición que los de Gérgal, es decir armando en las pizarras cloritosas y silíceas.	Id.	Id.
Veleftique y Senes.	Filonos de hematites en las micacitas de donde se derivan masas en los cipolinos intercalados.	Id.	Epigenéticos metasomáticos.
Sierra de Turre	Masas estratificadas en las calizas sabulosas.	Id.	Id.
Bayabona			
X Bédar . . . .	Masas o capas en las calizas cristalinas y en las triásicas, de hematites roja y parda, con grandes metalizaciones en extensión y riqueza (1) hasta 15 m. de potencia. Forman capas de las que aparecen cuatro en el Barranco Servalico.	Triásico y estrato cristalino.	Id.
Lubrín, Zurgena (Coto Coscojares y Atalaya)	Hematites roja y parda en las calizas; masas en los cipolinos descompuestos y vetas en las micacitas.	Id.	Id.
Sierra de Almagro (Los tres Paços).	Masas irregulares en las calizas groseras en contacto con micacitas, de hematites roja y limonita. También sustituyen a las calizas estrato-cristalinas formando masas alargadas o lentes.	Id.	Id.
Pulpí, Pilar de Jaravía.	Masas de hematites en las calizas triásicas con minerales de plomo argentífero (16 a 17 onzas) y carbonatos de hierro en la base. Se relacionan con filonos en las pizarras con la misma mineralización (El Charcón).	Id.	Id.

(1) Ocupan por su riqueza el tercer lugar en los criaderos de la provincia de Almería.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA	NATURALEZA Y ESTRUCTURA	TERRENOS DE CAJA	CLASIFICACIÓN
Huércal-Overa .	Masas de hematites en las calizas sabulosas al contacto de las pizarras micáceas.	Triásico.	Epigenéticos metasomáticos.
Sierra Almagre- ra.	Filones en las micacitas de carbonato de hierro con sulfuros diversos.	Estrato cristali- no.	Epigenéticos.
Cuenca terciaria de Vera, Cuevas Herrerías.	Masas de hematites rojas, limonitas y carbonatos de hierro en las calizas groseras del triás, al contacto de micacitas recubiertas por margas terciarias.	Triásico.	Epigenéticos metasomáticos.
Sierra Cabrera.	Masas irregulares de hematites roja y parda en calizas y dolomías. La mineralización alcanzó a brechas y conglomerados muy modernos.	Id.	Id.
SIERRA ALHAMI- LLA			
Lucainena . . .	Masas en las calizas marmóreas del estrato cristalino, de hematites y carbonato. También masas irregulares en las calizas triásicas.	Triásico y estrato cristalino.	Id.
Turrillas . . .	Masas en las calizas triásicas de hematites y carbonatos.	Triásico.	Id.
Calares y Taber- nas.	Masas o mantos en las dolomías triásicas muy irregulares de hematites y carbonato de hierro	Triásico y estrato cristalino.	Id.
	en relación con filones de magnetita y hematites roja en las micacitas.		
Baños y Alfaro.	Masas potentes de hierro espático con sulfuros metálicos diversos, que oxidados producen hematites parda y roja, armando principalmente en las calizas cristalinas.	Estrato cristali- no y triásico.	Id.
Níjar . . . . .	Masas irregulares orientadas al N. NE. de oligistos escamosos y hematites rojas duras y compactas en las calizas y dolomías.	Triásico.	Id.
X Sierra de Gá- dor, El Higue- ral, Darrical, Dalías, Llanos de Almería.	Masas de hematites rojas que arman en las calizas triásicas.	Id.	Id.
Sierrade Lúcar.	Masas paralelas en dirección E. O. en las calizas del triás, y en filones en las micacitas, de hematites rojas aceradas y limonitas.	Triásico y estrato cristalino.	Id.
Sierra Hinojosa (Pozo Iglesias).	Masas de hierro igualmente orientadas en las mismas calizas.	Triásico.	Id.
Chirivel y Vélez Rubio.	Filones en las micacitas de hematites roja compacta. Masas en las calizas en contacto con las micacitas.	Triásico y estrato cristalino.	Id.
Vélez Blanco.	Masas de hematites terrosa en las calizas.	Jurásico.	Id.



Existen manifestaciones ferruginosas en diversos puntos (Sierras de las Estancias y del Viento, Sierra de Periate y Sierra María, etc.) probablemente de masas que arman en calizas, pero cuya importancia se desconoce por no hallarse suficientemente investigadas.

## CAPÍTULO VIII

### LOS MINERALES DE ALMERÍA Y GRANADA Y LA SIDERURGIA ESPAÑOLA

La colección de Memorias del Instituto sobre los Hierros de España constituyen una sola obra cuyos tomos sucesivos deben complementarse no repitiendo en los unos aquellas ideas generales que fueron tratadas con una cierta finalidad en los otros, y por lo tanto cuanto se refiere a la Siderurgia española, expuesto magistralmente en el tomo II dedicado a Asturias por el ilustre e inolvidable Director de aquel centro D. Luis de Adaro, con los conocimientos que sobre la materia poseía por su genial concepto de todo lo que se sometía a su examen y por su continuada práctica en los establecimientos metalúrgicos de aquella región, habremos de tratarle muy somera y casi exclusivamente, en lo que respecta a facilidades para la venta de estos minerales al extranjero o para su beneficio en el país; siendo estos dos puntos los más interesantes puesto que la calidad de los hierros de esta región siendo muy aproximadamente la misma para todas las concentraciones que han originado yacimientos explotables al menos entre los reconocidos hasta ahora (1), y siendo apetecidos por su calidad, no respecto a la ley,

(1) Cuadro de análisis.

que no es elevada (1), sino en cuanto a sus impurezas, fósforo, azufre, sílice y calizas, serán siempre minerales de exportación de los más buscados y precisamente de aquéllos cuyo agotamiento en un porvenir inmediato preocupa más a los siderurgistas de la época actual.

Es esencial, sin embargo, para la prosperidad de la nación, el crear determinadas industrias, y procurar el desarrollo de las existentes y entre ellas en primera línea la Industria Siderúrgica. En España apenas si ésta existe. Su estado, puede decirse embrionario, se debe a la carencia absoluta de voluntad colectiva, que es causa a su vez de nuestra falta de espíritu de empresa; y al escaso consumo que hacemos del hierro y del acero (2) y precisamente el de estos materiales es lo que más contribuye al engrandecimiento de un país y lo que define mejor su desarrollo industrial.

El fomento de la Siderurgia en el nuestro dependerá de diversos factores, y muy principalmente de nuestra educación industrial y de la forma de protección que

(1) Los minerales de Vizcaya tienen como promedio el 48%, Santander 51, Almería 48,50, Granada 48,17, Murcia 44, Sevilla 45, Huelva y Jaén 50.

(2) Una estadística bastante atrasada, pero que en proporcionalidad debe dar idea bastante exacta de lo que actualmente ocurre, nos dice respecto al consumo, por habitante, en toneladas anuales, lo que sigue:

	Año 1890	Año 1905
Estados Unidos . .	0,18	0,48
Alemania . . . . .	0,21	0,37
Inglaterra. . . . .	0,47	0,48
Bélgica . . . . .	>	0,41
Francia . . . . .	0,09	0,17
Austria Hungría. .	>	0,08
España y Rusia . .	>	0,04

De Launay; «La Conquête minérale».

acuerden los gobiernos; pero también de otras influencias exteriores; es decir, de la situación de la Industria Siderúrgica mundial, de las fuentes de producción de minerales; del consumo de los productos de aquélla en vista de sus aplicaciones, del perfeccionamiento que en un momento dado alcancen los métodos metalúrgicos y de los medios de transporte; y en relación con éstos de la potencialidad de los centros productores de combustibles y los procedimientos para su utilización, pues el hierro y el carbón son primeras materias que se ligan estrechamente.

La facilidad de hallar minerales de buena calidad y en abundancia en una cierta comarca, y de obtener combustible barato por medios indirectos, o energía eléctrica aplicada a procedimientos especiales con resultados prácticos generalizados, hace que la Metalurgia del hierro se desplace persiguiendo los nuevos criaderos que aparecen en los países más atrasados, en donde aquél habrá también de obtener más intensa utilización, como tristemente habremos de reconocer que acontece en España.

Los cambios en Metalurgia y en la Industria Carbonera y el agotamiento de los criaderos conocidos, originan una evolución lenta de la Industria Siderúrgica. Esta evolución se realiza por escalones que marcan períodos en su historia, de los que el primero se señala por la exigencia de minerales apropiados para las forjas, que habían de tener la condición de ser fácilmente fusibles; sigue después el aprovechamiento preferente de minerales para tratar por el procedimiento del convertidor Bessemer; minerales que habrían de ser ricos y puros, es decir, no fosforosos; o bien para el procedimiento de defosforación Thomas (1),

(1) Los inventos que sucesivamente han venido a constituir la Si-

aplicable a minerales de mayor ley de fósforo. Vemos después que se aceptan sin reserva alguna, menas aluminosas que antes se despreciaban, o los silíceos en mezcla con los calizos, siempre preferidos. Se llega al aprovechamiento de las magnetitas en pequeños granos, como ele-

derurgia ampliando el campo de aprovechamiento, que tiene ya carácter universal, de todos los minerales de hierro forman la siguiente serie:

Procedimiento Bessemer que data del período de 1856-1862 aplicable a minerales sin fósforo, aceptado de preferencia en España, Inglaterra y Estados Unidos.

Gruner establece la imposibilidad de aplicación del procedimiento Bessemer a las fundiciones fosforosas y es el precursor del procedimiento Thomas.

El procedimiento Thomas y Gilchrist que data de 1879 efectúa la defosforación en convertidor básico con revestimiento dolomítico. Se aplica a los hierros de la Lorena y del Luxemburgo y tiene por ventaja el menor costo y la utilización de minerales difícilmente tratables que con él dan calidades de acero comparables a las del método anterior. Se ha practicado en Alemania, Francia y Bélgica.

Le Chatelier y Martin fundándose en el descubrimiento de los hermanos Siemens crean el método de fundición de acero en solera.

Procedimiento Siemens Martin de 1880; modificación esencial por la aplicación del horno Martin; siendo el procedimiento Martin básico el más empleado en Alemania, Inglaterra, Francia, Bélgica y Estados Unidos y sus productos de mejor calidad que los obtenidos por el procedimiento Thomas.

El de Talbot caracterizado por el aumento de la temperatura para favorecer las reacciones entre los cuerpos.

Y los procedimientos de Bertrand y Thiel que hacen modificaciones ventajosas en la forma de operar con el horno Martin.

Los procedimientos de electrotermia debidos a las investigaciones de Moissan que producen ferro-aleaciones indispensables para la obtención de aceros especiales, se fundan en el horno eléctrico que experimenta una evolución lenta adaptándose con dificultad al tratamiento de todos los minerales, pero que está llamado a subdividir el beneficio y también a difundir su aplicación.

El progreso alcanzado después de 1894 en el temple de los aceros con fórmulas en función de las temperaturas y las proporciones de carbono debidas a los trabajos de Osmond.

Por último, el horno alto cuyo perfeccionamiento se debe a Sir Sothiam Bell discípulo de Gay-Lussac.

mento accesorio de rocas hipogénicas, o en mezcla con minerales de plomo y zinc extraídas por separadores magnéticos (1). La facilidad y baratura de los transportes establece una gradación en la explotabilidad de los yacimientos y es seguro que los progresos del horno eléctrico **alargarán** las distancias que limitan su posible disfrute y harán bajar la ley mínima de los minerales explotables. Sabiendo aprovechar estas facilidades con la abundancia y variedad de las menas ferríferas que poseemos, puesta toda nuestra voluntad en tal empeño, poniendo remedio a las deficiencias que nos lo obstaculizan, sería España campo ampliamente abonado para que la Industria Siderúrgica arraigue y fructifique intensamente.

**Industria Siderúrgica Mundial.**—A mediados del siglo pasado era la producción de lingote en todo el mundo de 5 millones de toneladas, equivalente a 12 millones de minerales de hierro, y en el momento presente aquella producción pasa de 60 millones, exigiendo 140 millones de toneladas de menas ferríferas (2). Existen antecedentes para juzgar la ley de crecimiento, y deducir en consecuencia, cual pudiera ser en un cierto número de años venideros (3); pero la crisis actual, llena de sorpresas y

(1) En el manto de azules de Cartagena. Se proyecta en las minas de magnetita de Cehegín.

(2) En el curso del aprovechamiento universal del hierro, los minerales beneficiados serán cada vez de tipos más bajos y la cantidad de mena por tonelada de lingote producido irá creciendo.

(3) De 1882 a 1912 es decir, en un plazo de 30 años se ha más que triplicado (Adaro, «Hierros de Asturias»).

Producción en 1850 5 millones.

Id. 1870 12 id.

Id. 1890 27,5 id.

Id. 1900 61 id.

o sea más del doble cada veinte años (Lazurtegui, «La cuestión de los minerales de hierro»).

difícil de someter a conjeturas, para las cuales falta al conocimiento de los factores que realmente le afectan y que son indeterminados, por no decir fortuitos; condición que ha inducido a tan grandes errores, no sólo a la generalidad de las gentes vulgares, sino a los grandes estadistas de todos los países, nos impide juzgar cual va a ser el porvenir de esta industria mundial (1). Sin embargo, puede predecirse que después de un cierto período de paralización más o menos prolongado, aquélla resurgirá, volviendo a seguir la misma progresión. El consumo habrá de pasar los límites de la producción admisible con el disfrute de todos los yacimientos conocidos; los mercados de minerales alcanzarán condiciones muy favorables para los explotadores, y se alejará, por lo tanto, la posibilidad de implantar en nuestro país el beneficio de los minerales procedentes de nuestras abundantes y ricas fuentes, por la gran demanda de los centros siderúrgicos extranjeros. Debemos hacer la salvedad de que esto se deberá sobre todo a las necesidades crecientes de primeras materias, que habrán de experimentar los centros in-

(1) Alemania se surtía antes de la guerra de minerales suecos de 60 a 65 % y de minerales españoles del 50 %. La mayor parte de su consumo era carbonato del 40 al 45 % de Siejerland; y los oolíticos del 33 % de Luxemburgo y Lorena. Inglaterra importaba 7,5 millones y el resto que ascendía a 15,5 millones eran minerales propios. Francia importaba 1.200.000 toneladas, pero su consumo principal eran las minetas de Meurthe y Mosela que son minerales del 33 % (Lazurtegui. «La cuestión de los minerales de hierro»).

La Europa ha sido hasta aquí exportadora de minerales de hierro, lo será menos cada día y concluirá por ser importadora.

Los Estados Unidos ven también agotarse sus existencias. Inglaterra y Alemania y este último después de la pérdida de la Lorena tienden a producir cada vez en menor proporción. Francia por el contrario tanto por sus yacimientos de Argelia como por la conquista de este territorio adquirirá pronto el papel siderúrgico preponderante que tenía Alemania.

dustriales existentes y no al agotamiento de los minerales de que hoy se surten, o de los que sucesivamente se irán descubriendo, o adaptando por mayores facilidades para su disfrute a los adelantos futuros, a causa de inventos o perfeccionamientos de los métodos siderúrgicos, que harán explotables menas anteriormente despreciadas (1).

Las fábricas inglesas se surten en la actualidad de hierros procedentes de Suecia, a precios más bajos que los de Bilbao. Aunque esto no parezca ofrecer otro carácter que el de interinidad, existe el peligro, sin embargo, de una sustitución indefinida que ocasionaría la ruina de nuestra industria minera ferrífera. Es a nuestro entender la única manera de contrarrestar esto, el establecimiento de altos hornos, para lo que existen en España sobrada cantidad y variedad de menas de hierro convertibles en lingotes; y a la postre hacernos importadores de minerales de Argelia y de Marruecos, arrastrando hacia nuestro país una parte importante de la riqueza que representan aquellas minas en las reservas mundiales, y convertirnos en exportadores de lingote en vez de exportadores de menas.

**Las fuentes de producción.**—Las reservas minerales del mundo, que en 1882 se calculaba que ascendían a doce

(1) Si hay algún metal cuyos minerales no faltarán jamás de una manera absoluta, será el hierro; desaparecerán las menas ricas que acostumbramos hasta ahora a utilizar. El agotamiento de aquéllos habrá que considerarlo bajo dos aspectos; el geológico, por el que puede asegurarse que será inagotable porque toda la corteza terrestre tiene por término medio el 5 %; y el comercial, es decir, la posibilidad de seguir encontrando minerales de la misma clase que los tratados hasta ahora en condiciones de precio suficientes para poder luchar con los países extranjeros. (De Launay «La Conquête Minérale»)

mil millones de toneladas, se aumentaron a diez y seis mil millones en 1908 y a veintidos mil cuatrocientos millones en el Congreso de Estocolmo de 1910, con diez mil ciento noventa millones de hierro metálico o sea un cuarenta y cinco por ciento. La producción era antes de la guerra ciento sesenta y cinco millones de toneladas de minerales, lo que supondría, si ésta siguiese siendo la misma en años sucesivos, su agotamiento en unos ciento treinta años.

Las reservas españolas ascienden a ochocientos ochenta y un millones de toneladas con cuatrocientos treinta y cuatro millones de hierro metálico o sea con el cuarenta y nueve por ciento.

De éstas corresponden a la provincia de Almería 25 millones; a Málaga y Granada otros 25 millones que se acumulan principalmente en Huéneja, Alquife, Beires y Busquistar (1).

Las reservas de Europa se agrupan principalmente en Briey, Krivorog, y Kerth (Rusia), en Kirunavara, Suecia y en Asturias y Galicia (2).

Los centros productores actuales, nos son harto conocidos; conviene enumerar los que han de entrar a contribuir con su producción en un porvenir próximo. Son estos entre otros muchos, los de Minas Geraes (Brasil) formados por hematites y magnetitas; los de Cuba y Colombia británica de menas de baja ley, pero extraordinariamente abundantes; los depósitos submarinos de Terranova; las ampliaciones seguras de la cuenca de Briey especial-

(1) Los criaderos de la provincia de Almería se comprenden en terrenos demarcados que ascienden a 32.000 hectáreas, y la extensión de las concesiones mineras ferríferas de Granada es de 16.400 hectáreas.

(2) De Launay. «La Conquête Minérale».

mente de la parte francesa; los criaderos africanos de Levigston, Niassa, Nigeria, Transvaal y el Congo; los de Kirunavara, Svapasa, y Sidvaranger de Suecia; los de Melilla; los de Ouenza y Bou Kadra de Argelia; los de Djebel Djerisa, Djebel Slata, Djebel Hameima y los de Nefza en Túnez; y los de Amoy, Chinkiang, Foochow, Manchuria, Haiman Shansi y otros.

Los yacimientos del Brasil distan de la costa más de 600 Km. y su disfrute depende de los medios de comunicación que se construyan. Contienen 1.000 millones de toneladas del 55 al 65 %. Cuando se construya una línea de ferrocarril que hay proyectada, podrán dar al mercado 2 millones de toneladas al año.

Los de Terranova se supone contienen 113 millones sobre el nivel del mar y 3.522 millones en áreas submarinas.

Los de Cuba contienen 1.000 millones de toneladas, comprendiendo menas de níquel y de cromo; en Beni-Bufror hay 6 millones de toneladas sin fósforo que tienen gran analogía con la vena de Bilbao (1). Estos minerales debieran ser beneficiados en los centros siderúrgicos que podrían ser instalados en Cartagena y Almería.

Los de Ouenza en donde aparecen numerosos trabajos romanos, probablemente para la explotación por cobre, contienen de 2 a 8 % de este metal y 58 % de hierro sin fósforo o con muy débil proporción del mismo. El tonelaje reconocido es de 60 a 70 millones. Bou Kadra y Djebel Jerissa cubican 15 millones. Djebel Slata y Djebel Hameima otros 15 y Nefza 4 millones. Éstos son minerales que contienen algún arsénico.

En el país hay también reservas importantes; además

(1) Los de Cabo Tres Forcas no parecen corresponder a las esperanzas que sobre su riqueza y tonelaje se concibieron.

(Lazurtegui: «La Cuestión de los minerales de Hierro»).

de las existentes en Almería y Granada de que ya hemos tratado, las hay en Santander, estimadas en unos 25 millones de toneladas; en Galicia, principalmente Lugo, 65 millones; en León se preparan explotaciones susceptibles de un prolongado laboreo; en el "Coto Wagner" al Suroeste de esta última provincia se cubican 150 millones de toneladas.

Deben contarse también como existencias de primeras materias, la chatarra (1) y el purpleore (residuo de la calcinación de las piritas) las escorias y los minerales pobres como las areniscas ferruginosas de Palencia, León y Oviedo en contacto con los estratos carboníferos que contienen cientos de millones de toneladas con ley del 10 al 45 % y 0,50 de fósforo y 20 a 60 % de sílice. Deben ser catalogados como minerales sometidos a procedimientos que habrán de venir por evolución de los métodos actuales, contribuyendo a la producción de hierro en un futuro no muy lejano.

El porvenir de todos estos criaderos, el desarrollo de sus campos de laboreo y el florecimiento de la industria extractiva ferrífera y su derivada la Siderurgia que hubieran tenido efecto en el curso de los once años últimos, si no hubiera sobrevenido la imborrable catástrofe de la Gran Guerra, pudo suponerse antes de iniciarse ésta; hoy dentro del caos financiero en que parecen multiplicarse cada vez más los obstáculos para un arreglo definitivo de la eco-

(1) El hierro, una vez convertido en productos elaborados, no vuelve a ser primera materia metalúrgica como hierro viejo o chatarra más que en débil proporción; la mayor parte se dispersa o repara sobre la superficie terrestre al estado de óxido o de robín. Una cierta parte es engullida por los abismos oceánicos a causa de los naufragios o colisiones de los navíos construídos hoy totalmente de hierro y acero.

nomía de Europa y aun del mundo entero; obstáculos que aparecen ligados por encadenaciones que nadie pudo prever, lo convierten en un problema de difícil solución.

**Consumo de los productos siderúrgicos en vista de de su posible aplicación mundial. Consecuencias del mismo.**—El consumo de minerales hemos dicho que pasaba de 140 millones anuales y que eran equivalentes a 60 millones de lingote (1). Hemos hecho constar a la vez que el incremento de consumo era antes de la guerra más del doble cada veinte años; y podemos prever que este incremento es inversamente proporcional al grado de adelanto de los países consumidores; será menor por lo tanto en Inglaterra y los Estados Unidos y en cambio mucho más rápido en el Japón, Méjico y Australia, América del Sur, la China y África.

En España el consumo está llamado a crecer con gran rapidez, y fundándonos en esto, insistiremos en que el desenvolvimiento de la Siderurgia española ha de hacerse aprovechando estas circunstancias, y antes que la demanda de minerales por otros centros aumente elevando los precios de los nuestros.

Bilbao y Asturias han de agrandar el campo de sus operaciones; León y Teruel; Cartagena, Almería, Málaga y Sevilla han de levantar centros metalúrgicos nuevos con sus propios minerales y con los importados de Argelia y Marruecos.

En nuestro país el incremento de consumo será rápido

(1) Se necesitan 4 toneladas de minerales del 25 al 30 % para una tonelada de lingote; 1,5 toneladas de magnetita del 65 %. Los minerales del Lago Superior dan el mismo rendimiento por dos toneladas de mineral.

si la red general de ferrocarriles se complementa con los secundarios que habrán de pasar de 4.000 kilómetros; la construcción de máquinas para todas las industrias y muy especialmente las agrícolas; los ferrocarriles aéreos para explotación de bosques, canteras y minas. La ampliación de los ferrocarriles actuales en su material fijo y móvil, motriz y de carga; la construcción con entramados metálicos para sustituir a los sistemas antiguos aún en boga; el material empleado en las obras de aprovechamientos hidráulicos y sus canalizaciones; las armas y artefactos para la guerra terrestre y naval y la construcción de automóviles; necesidades efectivas que crearán ambiente favorable a la creación de mercados interiores de preferencia para los hierros elaborados en el país, en donde éstos obtendrían mejores precios así como los minerales; y como consecuencia de ello el abaratamiento de los transportes, la utilización de los carbones nacionales, y su difusión en la Península. También el desarrollo de los trabajos de disfrute de las cuencas carboníferas y la comprobación de su continuidad bajo los sedimentos más modernos de zonas inmediatas.

El horno eléctrico resultará aplicable en muchos puntos, exigiendo menos capital de instalación, y resolviendo la dificultad de obtener combustible barato, transformándolo en energía eléctrica distribuible a largas distancias; o bien en términos generales, aprovechando el acumulador fluido de dicha energía o sean las aguas que discurren sobre tierras elevadas y se precipitan a las bajas; o el acumulador sólido que se concentra en las entrañas de la tierra como hulla o lignito para ser quemado o destilado. Los lignitos de Alhama pudieran quizá servir de base para crear la (industria) siderurgia en las provincias de Levante o del Mediodía.

**Tratamiento local de los minerales de Almería y Granada: La protección oficial.**—Las circunstancias en que se hallan las concesiones mineras productoras de menas de hierro en estas dos provincias, no son nada favorables para que sus productos lleguen a ser alguna vez objeto de tratamiento en la comarca. Pertenecen todas en plena posesión o en arrendamiento a empresas extranjeras (1) cuyo capital tiene sus raíces en Sociedades siderúrgicas de sus respectivos países, que procuran obtener primeras materias para alimentar sus altos hornos y exploran, adquieren y emprenden negocios mineros en las cinco partes del mundo, y de una manera exclusiva en Granada y Almería.

Como prueba de lo dicho nos bastará exponer la siguiente lista:

---

(1) Las minas del Tesorero empezaron los trabajos con una empresa constituida por un corto número de capitalistas españoles y al fin pasaron a manos de una compañía holandesa.

## ALMERÍA

Lucainena de las Torres.	Sociedad Minera de Sierra Alhamilla . . . . .	Capital español.
Tabernas, Calares y Cula- taiví.	Sociedad Cordobesa de Minas . . . . .	Id.
Baños y Alfaro . . . . .	The Alquife Mines & Railway C.º Ltd. . . . .	Capital inglés.
Bédar . . . . .	Compañía de Águilas . . . . .	Id. belga.
Bédar, otras minas . . . . .	Chávarri Lecoc y Compañía . . . . .	Bilbaíno y francés.
Bacares . . . . .	The Bacares Iron Ore Mines Ltd . . . . .	Capital inglés.
Id. (menas) . . . . .	Mines et Chemins de Fer de Bacares Almería . . . . .	Id. belga.
Serón . . . . .	Cabarga San Miguel (H. Müller & C.º). . . . .	Capital holandés y ale- mán.
Beires. . . . .	{ The Soria Mining C.º Ltd . . . . .	Capital inglés.
	{ Echevarrieta Campbell . . . . .	Hispano inglés.
Olula de Castro . . . . .	Hierros de Olula . . . . .	Capital español.
Cuevas-Herrerías. . . . .	Sociedad Minera de Almagrera. . . . .	Belga y español.
Cuevas, "Tres Pacos" . . . . .	J. P. Gandarias. . . . .	Bilbaíno.
Pulpí. Jaravia . . . . .	Sociedad San Alejandro . . . . .	Capital español.
Tíjola. Cuevas Negras . . . . .	Wm. H. Müller y Compañía . . . . .	Id. holandés.
Nacimiento . . . . .	Soria Mining C.º . . . . .	Id. inglés.
Gérgal . . . . .	Compañía del Salobral . . . . .	Id. inglés.
Fiñana . . . . .	Wm. H. Müller y Compañía . . . . .	Id. holandés.

## GRANADA

Alquife . . . . .	{ The Alquife Mining C.º Ltd. . . . .	Id. inglés.
	{ W. Baird C.º. . . . .	Id. id.
Huéneja . . . . .	Minas de Huéneja. . . . .	Id. bilbaíno.
Busquístar. Conjuro. . . . .	Sociedad El Creusot. . . . .	Id. francés.
Tesorero. . . . .	Sociedad Hispano-Holandesa . . . . .	Id. español y ho- landés.
Loja. Bajolgado . . . . .	Sres. Careaga . . . . .	Id. bilbaíno.

NOTA. De 22 centros mineros son explotados por Sociedades extranjeras, inglesas y holandesas principalmente 16; y 6 por bilbaínos.



Y así hemos visto como los que explotaba la Compañía de Sierra Alhamilla se dirigían a los Estados Unidos de América; los de la Compañía minera de Almagrera y los de Cabarga San Miguel a los centros metalúrgicos Alemanes y Holandeses; los de Soria Propietary Gérgal y Beires, los minerales de Alquife y la Calahorra y los de Baccars a Inglaterra (1).

Y si la producción ferrífera de estas dos provincias tiene realidad, por esta exigencia creadora de los negocios mineros de donde procede, claro es que no debería esperarse que fuese nunca primera materia aprovechable en altos hornos españoles que en combinación con los minerales de Murcia, Argelia y Norte de Marruecos hubieran de dar lugar como base fundamental a uno o varios centros productores al menos de lingote para surtir otros centros españoles de más amplia fabricación.

Es efectiva, a no dudarlo, la posibilidad de obtener el beneficio del hierro en España para su consumo interior

(1) La exportación de mineral de hierro fué en 1908 la siguiente:  
 Conducido por el ferrocarril de Baeza a Almería 194.139 Tons.  
 Por Garrucha . . . . . 328.055 —  
 Por el ferrocarril de Baza a Águilas . . . . . 256.588 —  
 En los años 1914 al 1920 los minerales exportados alcanzaron las siguientes cifras:

Años	Almería. Tons.	Granada. Tons.
1914	100.314	185.112
1915	915.679	136.672
1916	854.373	190.557
1917	834.522	220.206
1918	504.426	265.080
1919	>	278.636
1920	>	232.904

La Compañía The Soria exportó sus minerales a Middlesborough, a Glasgow y Barrow y la Sociedad Minera de Almagrera a este último punto. Alquife a los mismos puertos que Soria, y The Baird Minings también a Glasgow.

y para la exportación. Tenemos aquí el ejemplo de la fundición de Hierro y Acero de Heredia en Málaga que vive sin otra primera materia, después de muchos años, que las magnetitas de Marbella y, agotadas hoy aquéllas, con las de Puente Genil y Marruecos.

Esta aspiración sentida por muchos, representa una tendencia sana y plausible; pues es signo de vergonzoso y lamentable atraso el que las industrias extractivas no vayan unidas a sus derivadas correspondientes, a fin de evitar que la parte saneada y segura de estos negocios pase a manos de extranjeros y que éstos se aprovechen del escaso espíritu industrial del país y de nuestra aparente incapacidad, explotándonos con el producto de nuestras primeras materias.

Pero sana tendencia no quiere decir buen acierto y es ilusorio suponer que la nación española, que por la abundancia y calidad de sus hierros debe ser esencialmente exportadora de esta especie de minerales haya de aspirar a beneficiarlos todos en el país; pues no todos los países son igualmente productores de aquéllos ni pueden ser proporcionalmente consumidores de los mismos, y la armonía económica mundial exige la compensación entre los que producen más que su consumo y los que consumen más que lo que producen (1).

(1) Producción y consumo del mineral de hierro en las principales naciones del mundo (Exposición de los mineros a la Junta de Aranceles y valoraciones a propósito del derecho de exportación sobre los minerales de hierro):

	Producción	Consumo
Estados Unidos . . . . .	75.300.000	62.000.000
Alemania . . . . .	34.000.000	40.000.000
Inglaterra. . . . .	15.000.000	19.000.000
Francia . . . . .	21.500.000	12.300.000
Rusia . . . . .	9.300.000	9.000.000

No podemos por el momento aspirar a otra cosa que al beneficio de una parte de nuestros minerales, y a elaborar aquellos artículos que tengan aplicación dentro de nuestras fronteras (1) sin perjuicio de que después de algunos años, cuando la industrialización sea intensa y las fábricas o talleres alcancen de un modo gradual su regular desenvolvimiento, aspiremos legítimamente a convertirnos en productores y exportadores de cuanto pueda ser objeto de fabricación con nuestra producción minera pero sin que probablemente dejemos de ser exportadores de primeras materias en mayor o menor proporción.

Posible hubiera sido implantar industrias siderúrgicas, teniendo como base las menas de las provincias españolas del Mediodía y muy especialmente Murcia, y las dos objeto de esta memoria; así como las de Argelia, aun con hullas inglesas, ampliando su aplicación a producir energía eléctrica coquizando dichos carbones y llegando hasta la fabricación de subproductos.

Bélgica . . . . .	165.000	6.800.000
Austria Hungría . . . . .	5.200.000	5.200.000
España . . . . .	5.500.000	450.000
Suecia . . . . .	6.900.000	700.000
Cuba . . . . .	1.600.000	,
Norte de África . . . . .	2.000.000	,
Noruega . . . . .	800.000	200.000
Grecia . . . . .	200.000	,

Del cuadro precedente se deduce que Alemania, Inglaterra y Bélgica necesitan hierros de otros países en cantidad de 17 millones de toneladas, cantidad que podrían obtener con exceso de España, Francia, Rusia, Suecia, Noruega, Grecia y Norte de África; pero que obtendrán de preferencia en España y Norte de África, porque los minerales gruesos y calizos de Murcia, Almería y Granada y de Bilbao aunque sólo fuese carbonato calcinado no tendrán fácil sustitución por los minerales de Francia y de Suecia a pesar de ser estos últimos bastante más ricos.

(1) España consumía antes de la guerra 800.000 toneladas anuales de mineral de hierro y exportaba 8 millones.

Fué siempre un obstáculo para el desarrollo de nuestro espíritu de empresa; para remediar la falta de empuje y la lamentable y escasa preparación de los capitalistas del país, el desconocimiento demostrado por los gobiernos de las verdaderas y eficientes soluciones para los problemas económicos, promulgando leyes coercitivas que tienden a anular las fuentes de riqueza, en vez de fomentar la creación de industrias por medio de subvenciones, primas o garantizando el interés del capital invertido en las mismas. Y es aun mucho más grave el equivocado concepto de los gobiernos al legislar sobre las relaciones entre el capital y el trabajo; prodigando, aunque inspirándose en sentimiento de estricta justicia a no dudar, la protección al obrero; poniéndonos en este concepto a la cabeza de los países más adelantados, pero olvidando que resulta de ello una carga desproporcionada para las industrias, la mayor parte de ellas embrionarias y necesitadas más bien de protección que de ser agobiadas por impuestos cada día en mayor número.

Los hombres de Estado en Italia (1) comprendieron que las industrias siderúrgicas originan por sí mismas y por sus derivaciones un intenso trabajo nacional que influye en el desarrollo de los medios de transporte de toda especie y a su vez permite la creación de otras industrias variadas que todas se ligan o encadenan entre sí y entre ellas las de fabricación del material de guerra indispensable para la defensa nacional; el cual bien demostrado queda que es el factor decisivo, porque no se improvisa, como se ha visto hacer con el soldado o el general. Y por ello la nación italiana, que es un ejemplo edificante para

(1) Lazurtegui «Ensayo sobre la cuestión de los minerales de hierro».

nosotros contaba con una industria siderúrgica grande y floreciente antes de los trágicos sucesos de los últimos años; apesar de su débil producción de primeras materias tanto minerales como carbones, y ha sido siempre la mejor tratada por los gobiernos, dándole la exclusiva para el suministro de hierro y aceros a los arsenales y Factorías del Estado, o bien por medio de aranceles.

El capital encuentra en España mayor aliciente en los empréstitos nacionales o extranjeros y en la usura; la industria sufre cada vez mayores gravámenes; las huelgas la entorpecen. Las instalaciones a la moderna que son indispensables para contrarrestar la competencia de otros países exigen gran capital y ser montadas para grandes producciones. Éste debiera constituirse acumulando numerosas aportaciones de débil cuantía; porque el dinero es así más fácilmente arriesgado y soporta con más decisión las eventualidades a que está sometido constantemente todo negocio y consiente inaugurar las operaciones con miras casi siempre al interés general antes que al particular, siendo así que la falta de espíritu de empresa de que nos quejamos, se debe al sentimiento egoísta de los presuntos asociados, y a la desconfianza mútua que es su lógica consecuencia; y el capital por lo tanto siempre se reúne por grandes aportaciones repartidas entre un corto número de capitalistas, y aquél siempre es indeciso e insuficiente.

Los productos españoles (1) tuvieron desde el fin del siglo XV al final del XIX su mercado con grande amplitud en la América Latina y en Europa. En la pasada centuria hasta 1875 sufrió el país grandes convulsiones que

(1) Lazurtegui «La cuestión de los minerales de hierro» 1910.

nos condujeron al atraso en que nos hallamos respecto al resto de Europa y a la América del Norte. Con este atraso inicial mantenido por las causas enumeradas, hemos llegado al momento presente, agravando la situación, las dificultades que nos crean el estado de nuestra producción carbonera y de los transportes, medios decisivamente influyentes en su desenvolvimiento.

El problema de la protección a la siderurgia española es bastante complejo porque depende muy principalmente de los transportes que constituyen hoy por sí una cuestión complicada que viene a situar en oposición de intereses a las industrias y al país en general, frente a las compañías de ferrocarriles que se ven en la necesidad de ampliar su material, y aumentar para ello sus tarifas; los transportes tendiendo a acercar los mercados y puertos de embarque, así como los centros de producción de primeras materias.

La protección arancelaria no es quizá la manera eficaz, y muy bien pudiera resultar contraproducente; pues hoy se hace un activo disfrute de minerales de hierro (1) que origina trabajo y riqueza, aunque una parte de ésta se pierda por la exportación; pero cuya actividad se debe a la misma. Si llegásemos a anularla por medio de los aranceles la industria minera ferrífera se arruinaría, y los altos hornos no habrían de surgir inmediatamente para suplir aquella deficiencia. Esta sustitución no podrá ser efectiva sino para una parte de los minerales producidos (2) y la evolución necesaria no puede ser obra de un día,

(1) Nos referimos a la situación de normalidad anterior a la crisis de la postguerra.

(2) Producción y consumo en España (documento citado en la página 285).

sino paulatina, por medio de una acción educativa sobre los procedimientos económico-industriales y una transformación lenta, tanto bajo este aspecto como en el aspecto social.

Es indispensable la protección que habrá de ser positiva a costa de sacrificios para el Estado; pero con la elasticidad suficiente para proseguir el desarrollo de las iniciativas particulares y deberá consistir en primas a los productos siderúrgicos españoles y a las construcciones metálicas y mecánicas; la relevación de impuestos a las empresas constituidas para este objeto y a los consumidores que empleen el material elaborado en el país.

A fin de reducir la exportación a sus límites justos y favorecer el desarrollo de la industria siderúrgica en España, es de primera importancia la desaparición del intermediario, no sólo porque la ganancia del minero se quede en parte en manos de éste; sino porque las grandes facilidades por hábitos y relaciones comerciales que aquél tiene adquiridos y el incentivo de la segura y fácil ganancia favorecen y estimulan las expediciones de los minerales

Años	Producción mineral	Producción lingote
1912	9.139.000	403.000
1913	9.861.000	424.000
1914	6.819.000	382.000
1915	5.617.000	439.000
1916	5.856.000	497.000
1917	5.551.000	357.000
1918	4.692.000	386.000
1919	5.111.000	294.000
1920	5.457.000	240.000
	58.103.000	3.422.000

La producción media en estos 9 últimos años es de 6.455.888 toneladas y la de lingote de hierro 380.222; el consumo equivalente de minerales necesarios para esta cantidad de lingote es de 760.444 toneladas o sea el 11,77 % de la producción total.

para los Altos Hornos extranjeros (1), así como la mayor actividad del laboreo practicado, patrocinado o subvencionado por aquéllos en muchas ocasiones.

Este obstáculo se destruiría con la creación de cooperativas de mineros que efectuasen directamente sus ventas o para constituirse en empresas con el fin de beneficiarlos en el país.

La Banca española interesada en nuestra prosperidad y en la de nuestras industrias, tiende a extender el campo de sus operaciones para aumentar sus ganancias.

No debe limitarse en su acción a ejercer el protectorado, sobre los valores industriales. Se le exige para esto la cooperación de todos los bancos, y la Ley de Ordenación Bancaria, nos ofrece hoy ocasión quizá de que el crédito y las garantías del capital aumenten haciendo posible la aplicación de éste al fomento de las industrias en toda España.

**Los transportes.**—Los transportes que tan indispensables son para el florecimiento de todas las industrias, lo son más especialmente para la industria minera, cuyo producto es de calidad limitada por su propia naturaleza y carece de valor mientras no es conducido al mercado; no pudiendo ser mejorada para aumentar su precio y darle más fácil salida, cuando se trata de menas como los hierros que no admiten, por regla general lavado o concentración.

El terreno que comprenden estas dos provincias es de lo más quebrado en España y es muy pobre en comunica-

(1) El primer importador de nuestros minerales es Inglaterra con el 50 % de nuestra exportación que ascendía a 8 millones y medio antes de la guerra; después Alemania, Estados Unidos, Francia y Bélgica.

ciones sobre todo si las comparamos con las provincias del Norte, no menos montuosas, y más señaladamente con Asturias. Sólo existen en aquéllas las dos líneas dichas de ferrocarril que las cruza de N. a S. y de Levante a Poniente, en cambio, la última cuenta con la vía general del ferrocarril del Norte, y sus tres ramales, y además otros cinco que cruzan la porción centro oriental de dicha provincia. Es cierto que Asturias no construyó caminos con el fin de dar salida a sus menas de hierro, sino para servir las cuencas hulleras, y con tales facilidades pudo erigir Altos Hornos y desarrollar los diversos centros siderúrgicos dependientes de éstos.

La escasez dicha de comunicaciones, pues no son suficientes los ferrocarriles y carreteras existentes (estas últimas en mucho mayor número), y existe una gran dificultad para establecer caminos vecinales al través de terrenos tan frágiles e inhospitalarios, constituye un serio obstáculo para el desarrollo de una explotación intensiva y total de sus hierros, que creemos, por las circunstancias expuestas en un principio, es quizá tarde ya para impedir que sigan siendo objeto exclusivo de la industria extractiva para la exportación; habiendo podido alcanzar a ser, por la abundancia y calidad de aquéllos, uno de los principales centros siderúrgicos de la Península.

Pero la protección en la forma única que la entendemos, pudiera inducir a los explotadores actuales a transformar sus negocios, convirtiendo los trabajos de aprovechamiento exclusivamente mineros en establecimientos metalúrgicos, alimentados con los minerales que sólo han dado lugar hasta aquí a labores de disfrute y al comercio de sus productos.

Hemos dicho que los medios de transportes en estas dos provincias son escasos y difíciles; pero este juicio no

debe conducirnos a un falso concepto de la cuestión, al comprobarse que los centros mineros que han sido objeto de disfrute en los años últimos tienen todos sus medios particulares de transporte, más o menos perfeccionados adaptables a la topografía de cada paraje y con miras a la exportación por puertos, calas o playas determinadas.

El ferrocarril de Baza a Águilas de vía ancha comprendida en la red general de los ferrocarriles españoles, es casi exclusivamente un ferrocarril minero en el recorrido por el valle del Almanzora desde Hijate hasta Águilas. A él concurren los minerales del Cortijuelo y el Manzano, Cabarga San Miguel, y las Menas, Bacares, el Gran Coloso y Cuevas Negras y además los del Corbull y el Tesorero.

El de Linares a Almería lo es también en todo el curso del Río Nacimiento y el Andarax; transportando los minerales de Fiñana con un recorrido de 69 kms. hasta Almería; los de Huéneja y los de Beires (Sierra Nevada) que van a D.<sup>a</sup> María con un cable aéreo de 16 1/2 kms.; por último la producción de Alquife y el Marquesado así como la de Gérgal.

Independientemente de aquellas dos principales arterias se hace el transporte de los minerales de Sierra de Bédar a Garrucha por un cable y un ferrocarril de vía estrecha; los de Lucainena de las Torres y Carboneras por otra vía a la cala de Agua Amarga; Almagrera y Herreñas los envían a Villaricos, y Olula de Castro los enviaba en un principio por un cable de 18 1/2 kms. a la playa de Casa Fuerte en la rada de Almería; y últimamente se levantó este cable y se está instalando en la actualidad una línea de ferrocarril a la estación de Calares, de la línea de Lucainena a Agua Amarga.

Para la explotación de las minas del Conjuero (Busquistar) se proyecta un ferrocarril por la sierra hasta el Alto de la Cuesta de Campuzano; después un cable de 2 kms. para descender los minerales al Puente Granadino, punto de partida de la vía de un metro que ha de conducirlos hasta Motril.

**Los carbones y su utilización.**—Hemos dicho y repetiremos ahora, que es un factor digno de considerar entre los de primer rango; para aquella transformación de la industria minero-metalúrgica, el estado de nuestras explotaciones carboneras, y es precisamente lo que más preocupa hoy tanto a los industriales como a los hombres de ciencia, la necesidad de procurar la más perfecta utilización de los combustibles (1) por considerar que esta primera materia es el fundamento de todas las industrias,

(1) De Launay en reciente libro titulado «Problèmes économiques d'après Guerre» trata de la producción hullera por su relación con la Siderurgia; y sobre la necesidad de evitar el desperdicio de calor que se origina al quemar los carbones; y a propósito de esto dice, que el aprovechamiento total del calor emitido exigiría un consumo de 73 gramos de hulla por caballo hora, siendo efectivamente en las máquinas de vapor más perfeccionadas de 730 gr. o sea 10 veces más. Un kilogramo debiera producir 14 de vapor en vez de 6,07 que es la cifra máxima de consumo en la práctica.

Se ha pretendido por tal motivo prohibir la construcción de hornos para coquizar que estén desprovistos del material necesario para la recuperación integral de los hidrocarburos condensables, y obligar a las fábricas que subsisten en tales condiciones a completar sus instalaciones.

Instalar además centrales de energía eléctrica alimentadas por gasógenos.

En Francia se ha pasado de esta suerte del consumo de 3 Kgm. por caballo hora a 0,7 kilogramos.

En Inglaterra se consumen 189 millones de toneladas de carbón para una fuerza de 10 millones de caballos, resultando que no se aprovecha más que la 5ª parte, si se tiene en cuenta el tiempo de marcha.

siendo una necesidad sentida unánimemente, el agrandar la extensión de sus depósitos o aumentar su rendimiento.

En España no hay carbón coquizable para fundir el mineral de hierro que se produce. Solamente el 10 % de la producción carbonera puede producir buen cok metalúrgico (1).

La producción total de hulla es de 5.400.000 toneladas de las que 540.000 son coquizables, y producen 406.000 toneladas de coque que permiten fundir 745.000 de hierro; pero los procedimientos modernos de utilización de combustibles ampliarán seguramente esta capacidad.

La verdadera utilización de los carbones nacionales, y aun los extranjeros surtiendo a los establecimientos creados o por crear en el Mediodía de la Península, y aplicándolos en la forma en que hoy se hace ya con gran amplitud, pudiera ser factor importante, no sólo para el fomento de la industria carbonera española, sino también para el desarrollo de la siderurgia.

Consiste aquél en transformar la hulla en tres combustibles, el coque para la metalurgia, el gas para los motores apropiados, y el aceite pesado para los motores Diesel; completándose este aprovechamiento con la obtención de materias colorantes, diversos productos farmacéuticos y explosivos que pueden ser extraídos de la hulla, así como el benzol, subproducto del coque; cuyo aprovechamiento puede hacerse extensivo también a

Con el lignito y la turba se obtienen resultados inferiores, pero análogos. Los lignitos deben ser abundantes en la Península y por este medio pueden tener utilización con grandes producciones yacimientos que aplicados directamente a los hogares han de tener forzosamente un mercado muy restringido, el de la región inmediata en donde se explotan.

(1) Documento citado en la página 285.

los combustibles de inferior calidad, como el lignito y la turba.

Y este es un aspecto del problema que merece una especial atención, porque los lignitos y las turbas abundan en España, y vienen quizá a resolver el problema fuera de su aspecto primitivo, es decir, de la necesidad de la asociación de menas ferríferas y carbones para el aprovechamiento metalúrgico de las primeras; porque tenemos ejemplos de ésta como acontece con los lignitos de Teruel que están inmediatos a las minas de Sierra Menera y el descubrimiento reciente de los de Alhama para los distritos del Mediodía; pero con la destilación y el aprovechamiento de gases y aceites en la generación de energía aplicable al horno eléctrico, la necesidad de aquella asociación desaparece, y no sólo se consigue evitar el derroche (1) de los potenciales de carbón existentes, sino el acortamiento de las distancias para abaratar el combustible.

---

(1) Las necesidades mundiales representan 1.250 millones de toneladas de carbón por año.

## CAPÍTULO IX

### LOS MEDIOS DE TRANSPORTE EN ALMERÍA Y GRANADA

Por demás deficientes son las comunicaciones en las provincias que nos ocupan, donde podemos decir que no hay caminos que no sean senderos o veredas, que las carreteras no deben llamarse tales, cuando hallamos una, y que los ferrocarriles no han pasado de ser un ensayo de caminos de hierro.

Las causas son numerosas, porque no sólo debe interpretarse esta carencia como signo de nuestra apatía y descuido, ya que uno y otro abundan desgraciadamente en nuestro país, y aun más en las regiones meridionales donde el clima y la falta de una sana y abundante alimentación, son factores que aunan sus fuerzas para disminuir y a veces anular el rendimiento humano. El trazado difícil de las explanaciones, en zona tan quebrada y abrupta; la falta de lluvias que refresquen y cimenten las calzadas; la pobreza del pueblo, que hace estériles los esfuerzos de de las sociedades, que gastan un capital en medios de

transporte que no rñentan ni rinden beneficios; la sequedad de los campos que tampoco los deja florecer ni producir; la pequeña minería, que cual nuevo enemigo de la raquíica industria forestal, acabó con sus bosques y sus árboles, taló y quemó en los hornos que beneficiaban el rico metal de Saturno, las leñas de todas clases que restaban y no obstante, no llegó a enriquecer al país, porque el plomo es mineral casi maldito, que engaña con su brillo de plata bruñida, envenena con su polvo, y no deja en derredor de sus yacimientos, ni siquiera caminos fáciles, que más tarde sirvan para arrastrar por ellos la cosecha bendita de los campos.

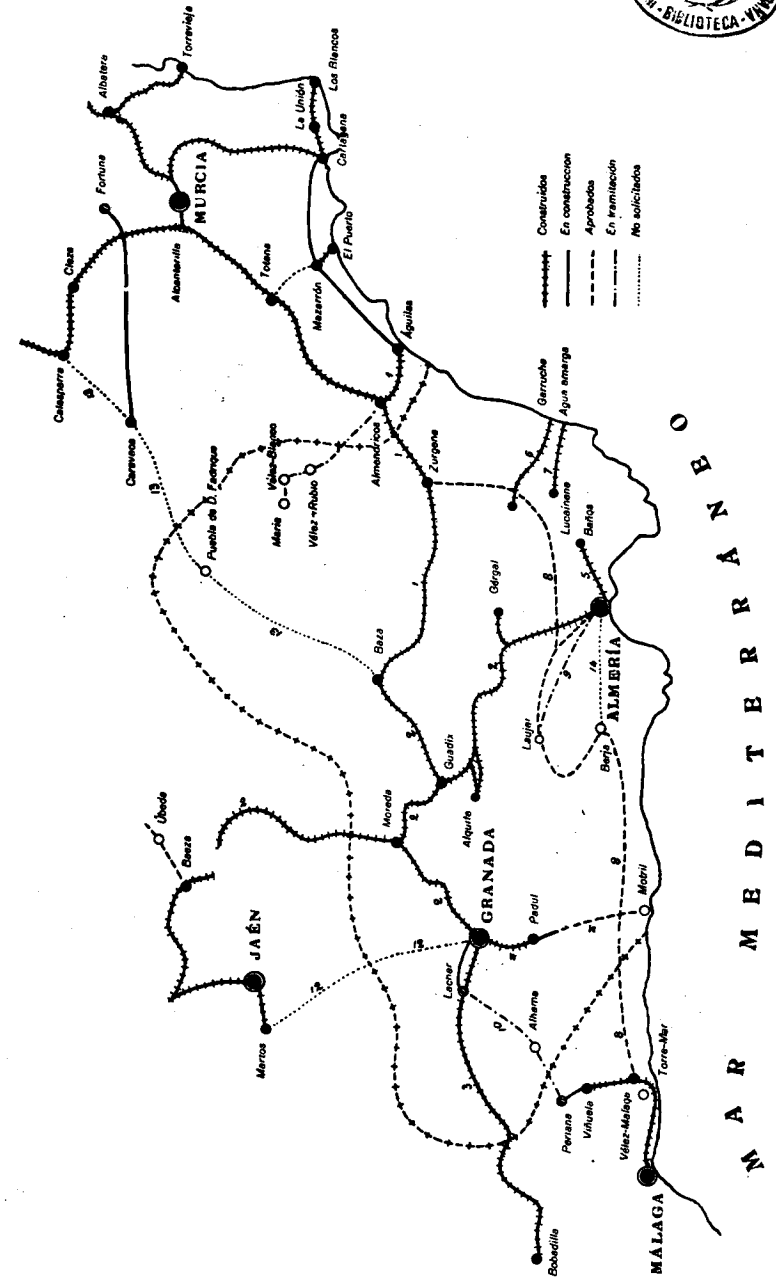
Así pues hoy que la minería del hierro, más pobre, pero más continua e intensa, se extiende y trata de resurgir, halla las dificultades sin cuento de la falta de medios de transportes, pues para ésta, al contrario que para la de plomo, son precisas anchas calzadas, grandes caminos, rápidos transportes que conviertan al país en centro de comunicaciones fáciles, amplias venas por las que circulen los innumerables trenes precisos para una producción intensa y beneficiosa, que al par rinden el gran beneficio de ser también puntos de entrada y salida de todo aquello que la agricultura y sus industrias derivadas puedan producir.

No es pues empresa difícil reseñar brevemente los medios de transporte de Almería y Granada, ya que tan escasos son los instalados, como extensos y necesarios los que sólo en proyecto y en soñado ideal existen.

Comenzaremos pues, por los ferrocarriles, que son los únicos que nos interesan, puesto que las carreteras no son desdichadamente para el minero de hierro otra cosa que un medio más fácil y cómodo de llegar a la mina, pero no de extraer el mineral que desea arrancar.

MAPA DE LOS FERROCARRILES DE GRANADA Y ALMERÍA

ESCALA 1:740.000





## (a) COMUNICACIONES FERROVIARIAS

## EN EXPLOTACIÓN

- |        |   |                                           |
|--------|---|-------------------------------------------|
| Vía    | } | 1. Ferrocarril de Lorca a Baza y Águilas. |
| normal |   | 2. Ferrocarril del Sur de España.         |
|        |   | 3. Ferrocarril de Granada a Bobadilla.    |

## EN EXPLOTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

- |          |   |                                 |
|----------|---|---------------------------------|
| Vía      | } | 4. Tranvía de Granada a Motril. |
| estrecha |   |                                 |

## FERROCARRILES MINEROS

5. Ferrocarril de los Baños de Sierra Alhamilla.
6. Ferrocarril de Bédar a Garrucha.
7. Ferrocarril de Lucainena a Agua Amarga.

## EN PROYECTO

8. Ferrocarril estratégico de Torre Mar a Zurgena.
9. Ferrocarril minero Laujar a Almería y Laujar a Adra.
10. Ferrocarril secundario Alhama a Periana y Alhama a Lachar.
11. Ferrocarril secundario Vélez-Blanco a Alhendricos.
12. Ferrocarril secundario Martos a Granada.
13. Ferrocarril secundario Baza a Calasparra.
14. Ferrocarril secundario Almería a Berja.

**Ferrocarril de Lorca a Baza y Águilas.**—Esta línea que forma parte del antiguo proyecto de ferrocarril de Murcia a Granada, fué construída por una sociedad inglesa que recibió el nombre de The Great Southern Spain Railway C. Ld. que por vicisitudes diversas, sólo pudo ocuparse de hacer el trozo de Lorca Baza y el ramal al Puerto de Águilas, no continuando hacia Guadix por falta de capital, y aun, a pesar de limitarse a esta sola zona,

fueron varias las sociedades que fracasaron en la construcción de este trozo.

Es uno de los ferrocarriles mejor construido en España, su perfil para el trozo de línea comprendido entre Baza y Águilas que es el que nos interesa para nuestro estudio, lo dibujamos en la figura nº. 1.

Tiene 133 kms. de longitud desde Lorca, que es el origen, hasta Baza, y el ramal desde Almendricos (empalme) a Águilas son 30.642 m. El Empalme está situado a 23.702 de la estación de Lorca,

El carril es de 42 kilogramos perfil Vignole, sujeto sobre traviesa de madera, y de ancho normal. El material móvil, para transporte de minerales lo componen vagones americanos, de chapa de acero, con descarga inferior por compuertas giratorias, de 35 toneladas de carga, y unas 12 a 15 de peso muerto (o sean en total cargados, de 50 toneladas peso bruto) montados sobre doble truck. Cada tren viene a formarse de unos 12 vagones, transportando unas 420 toneladas de mineral. En tiempos normales el servicio regular es de cinco a seis trenes diarios, a horas fijas según un horario oficial. Las locomotoras son inglesas.

Los minerales una vez llegados a la estación de Águilas, pueden cargarse por el puerto de Águilas, o por el embarcadero del Hornillo.

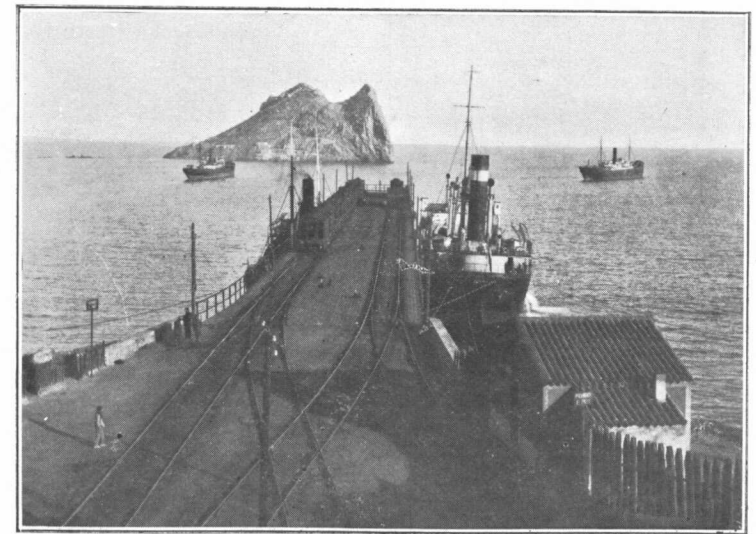
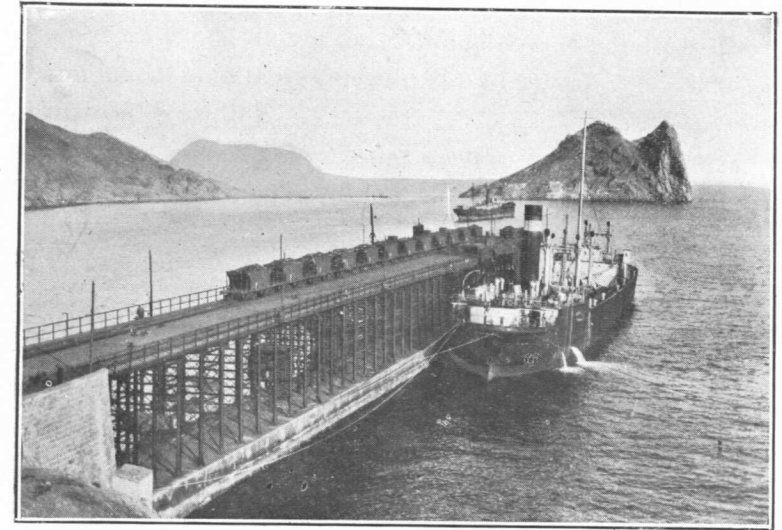
El puerto de Águilas está unido a la estación del ferrocarril por la vía marítima que es un ramal de la misma clase de vía que partiendo de la estación, y de los depósitos para minerales, que tienen cabida para 100.000 toneladas, situados al Sur de la misma, llega hasta el muelle de carga, con longitud de unos 1.500 metros.

El embarcadero de minerales del Hornillo, de propiedad de la Compañía del ferrocarril, está unido a la esta-

## FERROCARRIL DE LORCA A BAZA Y ÁGUILAS

ESTADÍSTICA DE LOS MINERALES TRANSPORTADOS POR ESTA LÍNEA DESDE SU INAUGURACIÓN EN EL AÑO 1890

AÑOS	PUERTO Tons.	ÁGUILAS Tons.	JARAVIA Tons.	PULPI Tons.	S. DIEGO Tons.	LORCA Tons.	PA. CAMBERAS Tons.	ALMENDRUCOS Tons.	K. 26 Tons.	LAS NORIAS Tons.	HÚRCAL Tons.	ZURGENA Tons.	ALBOX ALMANZORA Tons.	CANTORLA Tons.	FINES OLULA Tons.	PURCHENA Tons.	TÍJOLA Tons.	K. 98 Tons.	SERÓN Tons.	K. 108 Tons.	IBJATE Tons.	BAZA Tons.	TOTAL Toneladas	
1890			170			8		4.558															4.736	
1891			4.669	550		5		24.080															29.304	
1892			8.477	890		600		37.094		7.704													54.465	
1893			7.230	240				49.153		12.345													68.968	
1894			11.960	36				14.068															26.064	
1895			7.710					12.169															19.879	
1896			4.140	10				13.255															17.405	
1897			2.038	45		1.724		23.176		1.356		10							10				28.359	
1898			7.224	372		6.060	60	39.552		5.772		674	100			130	40		1.010				60.994	
1899			7.865	891		5.853		51.608		36.830	72	153	697	878		1.044	59		650				106.600	
1900			9.422	616		9.228		56.480		45.010	898	82	347	290									122.373	
1901			7.611	976		4.792		46.938		41.875	280		3.193	228	47							10	105.950	
1902			13.978	1.302		7.730		42.030		34.645			858	174	28								100.745	
1903			9.584	637		12.362		57.286		32.395			1.334		18		11.080						141.516	
1904		24	10.303	214		3.555		37.013		17.048		73	772		319		67.835						196.289	
1905			12.388	21	74	14.950		42.919		21.436	48	23	459				82.152						341.670	
1906			14.396	64		16.598		37.611		34.891		36	3.600				72.313				72		398.040	
1907			13.313	298		26.310		50.426		32.792			1.205			52	64.487						403.272	
1908			6.825	336		4.628		48.855		9.961			24			56	29.164					2	320.028	
1909			521	1.448	200	4.560		26.859		6.577		72	12.849				35.396			21.190			361.964	
1910			1.400	809	78	7.144		45.282		23.927		70					4.845			46.493			442.493	
1911			7.835	144		11.522		54.051		20.157							44.491			29.386			457.316	
1912	8		13.471			13.370		30.632		15.048	36		3				50.109	195.906		300.483	19.092	123	638.281	
1913			18.870			13.080		24.188		5.939							36.751	264.834		319.882	26.982		710.525	
1914		1.277	8.515			1.792		20.160		4.852							17.558	209.921		229.849	21.485		515.409	
1915			7.100			3.231		6.171	7.227	1.568							13.886	181.856		271.234	1.637		493.910	
1916			144			5.672		3.732	10.495	7.064							3.054	256.264		278.217			564.642	
1917			1.858	382		7.935		14.061	12.448	22.123							56	272.616		178.429			509.908	
1918			4.307	267		2.726		8.852	8.954	16.716							20	97.922		80.918			220.692	
1919			3.081					4.612	5.593	17.992								276.964		177.576			485.818	
1920			8.612					353	2.879	2.193								217.028		172.381	1.931		405.377	
1921			324						1.128	873								120.336		27.001			149.662	
1922			156																242.477		52.327			294.960
8	1.301	235.497	10.548	352	185.435	60	927.224	48.734	478.788	1.334	1.193	25.441	1.570	412	1.282	533.296	2.336.124	3.840.585	168.199	195	12	8.797.614		



Vistas del muelle de carga del Hornillo (Águilas).

ción por un ramal de vía de 1 kilómetro que conduce directamente al muelle de carga, o si no hay vapor a los depósitos del Hornillo.

Éstos son unas excavaciones hechas en la roca caliza que forma el cerrete del Hornillo, con túneles de descarga inferiores. Pueden contener hasta 50.000 toneladas y se hallan divididos en compartimientos de los que cada compañía minera importante posee uno de ellos donde se depositan sus minerales, de una cabida de 14 a 15 mil toneladas.

Desde los depósitos, por los túneles inferiores vuelve a cargarse en vagones, y éstos descargan directamente en las canales que conducen a las bodegas de los vapores.

Modernamente se ha instalado una cinta transportadora Robins que toma el mineral y lo conduce a canales que lo cargan en las bodegas, para caso de que sean vapores muy altos, o que sea mal tiempo y éstos no pueden arriarse tanto al muelle. La cinta es de 100 toneladas de rendimiento por hora.

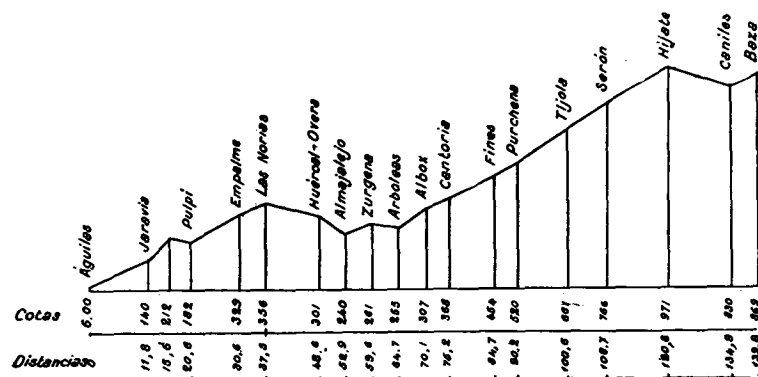
El muelle está formado por una serie de columnas de hierro, que unidas por tirantes y entramados metálicos forman un puente, sobre el espigón de sillería del muelle. En las fotografías se puede ver perfectamente la magnífica construcción del muelle que es una de las obras más interesantes de la región.

Dos barcos pueden cargarse al mismo tiempo, como se ve en la fotografía y con una velocidad de carga de hasta 2.220 toneladas por vapor y día hábil, a que se llegó en 1922.

Los vapores que normalmente llegan a cargar mineral son de 4.500 a 6.000 toneladas, aunque se han cargado algunos de 7.500 a 8.000 toneladas.

En el perfil damos las distancias kilométricas de las

FERROCARRIL DE LORCA-BAZA  
Perfil de Águilas a Baza

Fig.<sup>a</sup> 1

estaciones al puerto, y su altitud sobre el mar datos que son los más interesantes para en cualquier momento poder calcular el costo de transporte de las toneladas de mineral, hasta Águilas, y la posibilidad de proyectar algún medio de transporte a una estación del ferrocarril desde un punto determinado partiendo de la cota conocida de la estación más próxima.

Las tarifas del ferrocarril son las siguientes: la general que es a razón de 0,09 pts. por tonelada y kilómetro desde la estación de carga, a la de Águilas. Además los minerales abonarán por razón de depósito, en la estación de Águilas a 0,05 pts. por m.<sup>2</sup> y mes, o si pasan al depósito del Hornillo a 1,50 por alquiler de depósito (por tonelada).

La carga por el muelle del Hornillo cuesta a razón de 1,25 pts. tonelada.

Si la carga ha de efectuarse por el puerto de Águilas habrá de abonarse:

Por transporte desde estación al Puerto por cada tonelada	0,50 pts.
y además por maniobra	0,25 »
	<u>0,75</u>

La tarifa especial que rige desde 7 Octubre 1918 para los minerales de Serón, es la siguiente, para transporte obligatorio de 150.000 toneladas anuales como mínimum:

Transporte	5,40 pts. oro.
Depósito (Hornillos)	0,50 » »
Embarque	1,25 » »
	<u>7,15</u>

esta tarifa se reduce a 4,00 oro, en caso de que los fletes del carbón desde Inglaterra se reduzcan a unos 65 cheelines por tonelada.

La Compañía se obliga a cargar 1.000 toneladas por día hábil por el puerto del Hornillo; si carga más de 1.000 cobrará 2,522 pts. oro por cada tonelada de más que sobre las mil carguen al día.

Esta tarifa puede aplicarse a otras estaciones diferentes de Serón, con las reducciones o aumentos que en virtud de su distancia a Águilas sean de rigor, sin que pueda ser obligatoria su aplicación a estaciones comprendidas a menos de 50 kilómetros de Águilas y a transporte de menos cantidad de 150.000 toneladas anuales.

En el puerto de Águilas, la compañía explotadora ha montado una pequeña cinta transportadora, que puede cargar minerales a razón de hasta 1.000 toneladas diarias y con un costo de 1,20 pts. por tonelada.

Un mineral cualquiera colocado en Águilas, tiene pues de gastos:

Caso de menor producción de 150.000 que es el general, pues para el de mayor cantidad siempre hay contratos especiales que bonifican todas las operaciones:

Descarga de vagón y carga	0,50
Transporte al puerto	0,75
Carga vapor	1,00
Alquiler depósito	0,10
	<u>2,35</u>
Además derechos de puerto	0,30
	<u>2,65</u>

si la carga se hace por puerto de Águilas, y caso de hacerse por el Hornillo

Transporte y embarque	1,25
Depósitos	1,50
	<u>2,75</u>

Desde su inauguración en 1890, el ferrocarril de Lorca a Baza ha transportado unos 8.700.000 toneladas de mineral de hierro procedente de las provincias de Almería, Granada y Murcia.

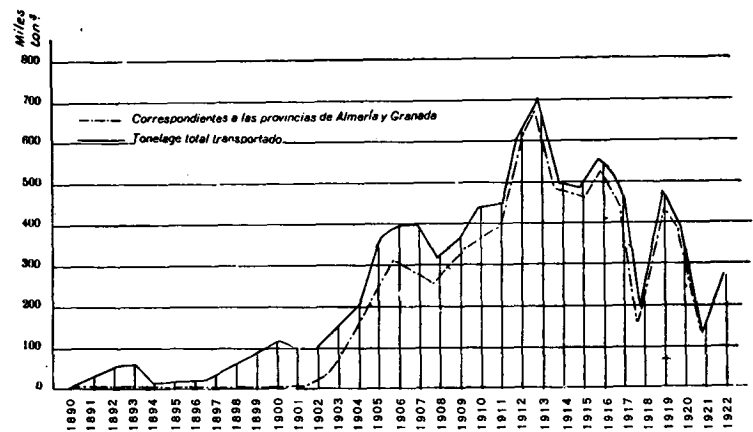


Fig.<sup>a</sup> 2

Minerales transportados por el ferrocarril de Lorca a Baza desde su construcción hasta la fecha.

De ellas 1.600.000 provienen de Murcia, quedando para Granada unas 150.000 y para Almería cerca de 7.000.000 de toneladas, como en detalle por años puede verse en la figura n.º 2 y aun con más detalle en el cuadro que debemos a la amabilidad del Director de la Compañía del ferrocarril Sr. Boag, quien nos ha dado todas las facilidades para que pudiéramos terminar nuestro cometido.

Vemos por unos y otros que el resurgimiento de la minería en la provincia, fué en 1897 y 98 que aunque en pequeñas partidas se embarcaron minerales en casi todas las estaciones de la línea, demostrando que en todos los yacimientos se verificaban exploraciones más o menos amplias. Esto fué debido al interés que tomaba el entonces Director de la Compañía del ferrocarril D. Gustavo Gillman en todos los asuntos mineros, pues comprendió desde el primer momento que la vida del ferrocarril dependía de que los criaderos de hierro se explotasen y daba toda clase de facilidades a los mineros, llegando hasta constituir sociedades en Inglaterra que se hicieron cargo de los yacimientos de Baares y Serón, y hubiese seguido seguramente constituyendo otras empresas de haber continuado en la Dirección del ferrocarril que tuvo que dejar para pasar a construir un ferrocarril importante en América del Sur. A él se debe realmente una gran parte del desarrollo de la minería almeriense, que como minero antiguo (en Linares donde pasó gran parte de su vida) esa profesión no podía menos de hallar en él, auxilio y consciente ayuda.

Muy combatido fué, porque en minería sobre todo, es sumamente fácil sustentar opiniones, puesto que todas son hipotéticas, y todas encuentran siempre fundamento científico en que apoyarse para poder romperse por ellas una lanza. Sus contrincantes tacháronlo mil veces de optimis-

ta, ¿Cómo habían de suponerse esos millones de toneladas en parajes donde tan escasos afloramientos se observaban y donde sólo masas de mineral entre las calizas se podían asegurar y sus dimensiones no aparecían de consideración en los pocos trabajos hechos? ¿Cómo podía con aquellos registros mineros, asegurarse que un ferrocarril iba a tener tonelaje suficiente? ¿Era una verdadera locura!

Fué sin embargo como él y como otros ilustres ingenieros, tales como Gómez de Salazar, Puig e Iznardi, pensaban, y los yacimientos apenas explorados adquirieron una gran importancia creándose una riqueza que durante más de 30 años ha dado vida a la región y que aun en buen número de ellos podrá seguir rindiendo beneficios al país.

**Ferrocarril del Sur de España.**—La línea del Sur de España, es la denominada, de Linares a Almería que en Baeza empalma con la línea general de Madrid a Sevilla, y en Moreda y Guadix, con los ramales de la Compañía del Sur de España, de Moreda a Granada y Guadix a Baza.

Este trazado, hecho con el exclusivo objeto de unir por la línea más recta, Linares con el puerto de Almería, no es un ferrocarril cuyo recorrido sea, ni razonable y comercialmente beneficioso.

En el trozo Baeza-Moreda, puede decirse que esta línea no sirve absolutamente para nada útil a todos los pueblos de la provincia de Jaén, de los cuales la separan distancias enormes, no salvadas sino con malos caminos. Como ha sido llevada la vía por plena Sierra de Cazorla y Segura, sin aproximarse a los ríos, ni a los pueblos que en las inmediaciones de aquéllos suelen estar emplazados, desde las estaciones a las villas y aldeas, hay recorridos de 13 y 14 kilómetros.

La empresa de Fives-Lille que intervino en su construcción no omitió gastar en puentes y viaductos, obras notables de ingeniería, grandes sumas, y así hallamos puentes como el del Salado, que es por demás atrayente, con su enorme altura y su esbelto estribo central, a la salida del túnel, cuya ancha boca parece sostener entre sus hastiales el extremo del tramo metálico, como boca de gigante que estuviese dispuesto a tragarse el puente entero y los trenes que por él circulan: viaductos como el de Moreda sobre el barranco del Anchurón y el de Santa Fe, sobre el de Almería, que sorprende por su valentía y esbeltez.

El perfil de la línea es tan arriesgado como las obras. Existen pendientes de más de 25 por mil en curvas de corto radio, donde el convoy se despeña y precipita, y la locomotora no cesa de pedir freno, como único medio de evitar un viaje aéreo-marítimo, como se efectuaría de fallar los frenos en las pendientes de Gérgal, Santa Fe y Benahadux, porque primeramente se saltaría por el aire y habría quizá algún vagón que fuese a hacer una visita a los moradores de la ribera del Mulaya, atravesando el estrecho.

Paralelamente al perfil, están las demás comodidades y perfeccionamientos del ferrocarril que constituye el solo medio de transporte de la provincia. Malos coches, de desecho de otras líneas, sin ninguna clase de confort, generalmente sin luz, con un exceso de juego en todas sus partes que no permite dejar de estar en constante movimiento el cuerpo entero desde que el desgraciado viajero pone el pie encima del estribo, hasta que lo deja, y finalmente un horario, que no lo hubiese encontrado mejor, el peor detractor de los ferrocarriles, son los elementos que se aúnan y reúnen sus esfuerzos para hacer inaguantable el viaje, y consiguen realmente hacer célebre el



ferrocarril que no puede olvidarlo quien una vez en su vida haya tenido la necesidad de hacer uso de sus servicios, por cierto bastante caros.

**Los Ramales a Granada y Baza** han sido construidos más tarde y están, el primero mejor emplazado pues sigue el valle del Río Cubillas hasta la vega de Granada y uno pueblos de importancia agrícola, y el segundo siguiendo la misma teoría de la línea general, buscando la menor distancia de Baza a Guadix, tiene también un perfil muy cortado, con grandes desniveles, y viaductos de importancia, como el de Gor (que hoy ha sido instalado en el ferrocarril eléctrico de Granada a Motril, en el Padul, para cruzar el Río Lagunilla) que fué fundado en las margas triásicas talcosas y deleznable, por su parte y estribo Norte y tuvo que reformarse la explanación suprimiendo el viaducto que se desplazaba y amenazaba peligro.

¡Cuántas veces hemos cruzado ese viaducto, a pie, con frío y nieve, a las 5 y  $\frac{1}{2}$  o 6 de la tarde (a 1.180 m. de altitud) todos los viajeros del tren, sin excepción de sexo ni edad, esperando que una vez en la orilla opuesta, el convoy cruzase a su vez lento y trepidante, para volver a montar en él con rumbo, a Guadix o Baza (según nuestro destino mandase) a manera de película norteamericana! ¡Era una de las más grandes atracciones de ese viaje!

En gráfico que acompaña damos una idea del perfil, de la línea desde Baza a Almería por Guadix, que es la que más nos interesa para el transporte de minerales de la provincia de Almería.

Ha sido este ferrocarril (algo bueno ha de poder contar en su favor) el primero de España que ha utilizado la tracción eléctrica para el transporte de mercancías desde

FERROCARRIL DEL SUR DE ESPAÑA  
Perfil de Baza a Almería

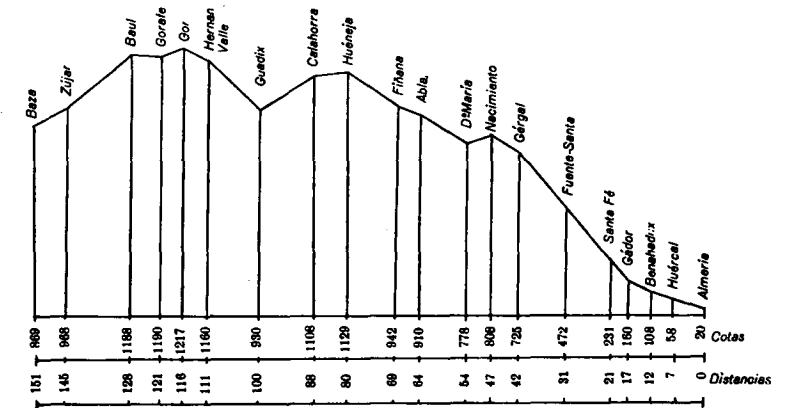


Fig.<sup>a</sup> 3

Gérgal a Santa Fe, para aminorar el enorme gasto que la pendiente y difícil recorrido de ese trozo de línea acarreaban.

La distancia entre ambas estaciones que es de 22 kms. fué la primera electrificada en 1911. La pendiente entre ambas estaciones llega a 37,5 m/m. La velocidad en los trenes de tracción por vapor no excedía de 12 kms. por hora, con los de tracción eléctrica la de 25 kms. con carga de 400 toneladas en pendiente y de 150 en rampa, sin contar el peso muerto de tractores.

La corriente es trifásica a 25 períodos y 6.000 Voltios, transportada por dos conductores aéreos y el carril. Las locomotoras son Brown Boveri. Compuestas por dos grupos, o tractores que accionan cada uno, un truck de ruedas, de los dos en que va montada la locomotora.

Toman la corriente a 6.000 Voltios y un transformador para cada tractor la reduce a 550 V. A este voltage funcionan los motores. Cada grupo o tractor se compone de

dos motores en paralelo, de 160 caballos cada uno. que accionan por intermedio de ruedas dentadas los ejes de marcha de las ruedas tractoras de los trucks o boggies. El aire comprimido, producido por un grupo motor-compresor para cada tractor, da energía para accionar todos los servo-motores, de los cuales cada grupo de tracción lleva los necesarios para los aparatos de cambio de marcha, o cambio de velocidad, accionamiento de los trolleys y frenos de aire comprimido.

Para cada locomotora hay un solo controller, en el cual van los grifos para el aire comprimido de cada servo-motor y las palancas de accionamiento de la parte eléctrica.

El peso de la locomotora es de 52 toneladas.

La línea de distribución de energía es una catenaria de alambre electrolítico de cobre, de 8 m/m. de diámetro sostenida por postes de cemento armado.

La central de energía está situada en las proximidades de Santa Fé, en el Río Andarax. Es una central térmica, compuesta por dos calderas de vapor multitubulares, Naeyer, con recalentadores trabajando a 12 kgs. con vapor a 275°. Produce 3.600 kgs. de vapor por hora en marcha normal y 5.000 a marcha forzada. El rendimiento es de 9,200 kgs. de vapor por kilogramo de hulla.

La máquina es de 700 caballos, trabajando a 11 kgs. con 107 revoluciones de tipo Lenz Cross compound horizontal de la casa Garnier et Faure, Beaulieu. Los cilindros son de 560 m/m. el de alta y 920 m/m. el de baja con corrida de 950 m/m. La regulación se hace por un volante de 30 toneladas de peso que asegura un 5 % de variación de velocidad en más o menos de la normal.

Consumo 4,8 a 5 kgs. de vapor por 4 p. hora recalentado a 275° con rendimiento de 0,88.

La condensación se hace por mezcla; la alimentación se

hace por bombas de hasta 11.000 litros por hora de gasto, accionadas por la máquina.

Directamente montado sobre el eje, va el alternador Siemens, trifásico a 25 períodos, 5.500 a 6.000 V. y 750 Kilovatios,  $\cos \phi = 0,8$  y marchando a 107 revoluciones, con rendimiento de 90 % a plena carga y 87 % a  $1/2$  carga.

La excitatriz de 25 kms. a 1.800 revoluciones está accionada por correa.

El cuadro de distribución moderno, está montado con todos los aparatos de medida y seguridad necesarios, por la casa Creil de París. Un regulador Tyrill, Thomson Houston asegura el voltaje fijo de marcha. Un motor monofásico a 110 Voltios acciona un relai para vuelta de la corriente producida por las locomotoras durante el descenso de los trenes cargados, y mete en circuito una serie de resistencias líquidas, cuyos electrodos de entrada de corriente se accionan desde la sala de máquinas, para regular el gasto de energía consumida.

Las locomotoras al descender con el tren cargado, cuando la velocidad de los motores pasa del sincronismo, funcionan como generadores y devuelven energía a la línea que es aprovechada en los trenes ascendentes que cruzan con los primeros.

Esta, es una buena instalación que va a ser paulatinamente prolongada para alcanzar toda la serie de estaciones que tienen gran tráfico de minerales y están en zonas de perfil accidentado de la línea, como son las que hay entre Benahadux y Doña María.

Como a esta línea tienen salida gran cantidad de transportes aéreos y ramales de ferrocarril minero, es muy importante poder obtener facilidades de transportes pues esos cotos mineros, hoy poco productivos, pueden llegar a explotar unas 3.000 toneladas diarias sin gran trabajo,

que son una riqueza para el país de más de 10 millones de pesetas anuales.

Las tarifas que este ferrocarril aplica son realmente elevadas y de ahí que las relaciones de la empresa ferroviaria con los mineros no sean cordiales, por lo que están paralizadas minas como las de Gérgal, Alquife, etc. La tarifa especial C. n.º 5 de P. V. es de 0,06 pts. tonelada km. más una sobretasa de 0.50 pts. por tonelada en los embarques realizados desde Abla a Guadix, o de una peseta en los realizados entre D.ª María y Almería. Esta tarifa, hoy modificada y aumentada, hace muy difícil la explotación porque eleva el transporte de los minerales de hierro a un precio que hace imposible trabajar con beneficio.

Por otra parte la Compañía del Sur de España, todavía no ha instalado la vía marítima hasta el puerto de Almería.

Los minerales tienen pues que llegar a la estación y descargarse en depósitos, o cargarse en carros que los lleven al puerto y los carguen a mano en los barcos.

Tenía que ser un mineral de ley muy alta para poder resistir todas estas maniobras con beneficio, cuando la mano de obra está cara, como ocurre en la época actual.

Sólo dos empresas tienen depósitos y cargaderos propios, así como vagones, y sin embargo estas empresas de Alquife y el Marquesado de Guadix, tampoco hoy transportan por diferencias con la Compañía del Sur de España por el precio del transporte que deja poco margen de ganancias.

En la actualidad esa línea está arrendada a la Compañía de ferrocarriles Andaluces que explota el Sur de España con igual descuido y con tarifas tan altas, como los anteriores.

Para la región que estudiamos, es bien triste y lamen-

table tener un buen puerto, y una comunicación con Madrid, mucho más corta que la que existe entre la Corte y Málaga, y que los transportes para África, se hagan todos por este último puerto.

Esto es debido a que los ferrocarriles Andaluces, siempre han tendido a sostener el tráfico por aquella línea procurando no aumentarlo por la del Sur de España que ha quedado relegada a un ferrocarril puramente local.

Creemos, no obstante, que debería tenerse en cuenta que para comunicación rápida con Melilla, Almería es el puerto señalado, porque sus distancias son menores por tierra y por mar.

Madrid. . . . .	Málaga	635 kms.
Madrid. . . . .	Almería	557 »
A favor de Almería. Diferencia		78 »
Melilla . . . . .	Málaga	110 millas
Melilla . . . . .	Almería	93 »
A favor de Almería. Diferencia		17 »

**Ferrocarriles Andaluces. Línea de Granada a Bobadilla.**—En la provincia de Granada esta línea sólo recorre un espacio de 70 kilómetros desde la línea de inteste con la provincia de Málaga, entre Salinas y Riofrío hasta Granada.

El trazado está dispuesto por la vega de Granada, siguiendo su zona o límite Norte, por las faldas de la Sierra de Parapanda, y de Sierra Elvira. Es una zona donde la explanación ha resultado fácil y que no presenta grandes curvas, ni pendientes de importancia, solamente al llegar a las faldas de la Sierra de los Hachos, en las proximidades de Loja, como el cauce del Genil se estrecha y queda preso entre las cortadas vertientes de la Sierra de Hachos por el Norte y la de Periquete y montes de Loja por el Sur,

el trazado es más difícil y la línea tiene que cruzar el Río a la salida de Loja, y por la falda Norte de Sierra Saucedo entrar en término de Archidona, dejando al Genil que hacia el Norte, se despeña entre los sedimentos triásicos margosos y calizos de Fuentes de Cerna y Salinas.

No merece, pues, que nos ocupemos de este trazado, que no presenta dificultades ni características de interés, pues sólo un túnel entre Loja y Riofrío existe en el trozo, que por Granada recorre.

El material móvil está mejor conservado y es una línea que como enlaza con otras de importancia, en Bobadilla, está más cuidada y existen trenes a marcha más rápida y comunicación más fácil y confortable que por el resto de la provincia.

No obstante, en lo que se refiere a las dificultades de transporte para los minerales de hierro, este ferrocarril resuelve bien poco el problema, porque la distancia a recorrer hasta encontrar el puerto de Málaga es muy grande por el rodeo que alrededor de Sierra Antequera y del Torcal hay que realizar antes de llegar a Málaga. Entre Granada y Málaga hay por

La línea de Andaluces . . . . .	193 kilómetros
De Granada a Almería . . . . .	183 —

Queda pues, este ferrocarril de Andaluces completamente inútil para el transporte de minerales que en dirección de Almería tienen siempre menos recorrido, a no ser que procedan de los yacimientos de Loja y Montefrío.

Las tarifas para minerales de hierro son las siguientes:

N.º 13. Nueva (P.V.)

Desde Loja 10,10 pts. por tonelada al puerto de Málaga.

— Riofrío	9,60	—	—
— Salinas	8,70	—	—

El puerto de Málaga no tiene buen medio de carga, pues

tienen que ser embarcados los minerales a mano, por espuertas, cuyo procedimiento no es nada económico y no descende su precio de 1,25 pesetas por tonelada.

**Tranvía eléctrico de Granada a Motril.**—Esta línea ha de ser la mejor instalada de toda la provincia y aquella que constituya, el más grande negocio ferroviario de la zona que nos ocupa.

Sólo separan a Motril de Granada 91 kilómetros, es decir, la mitad de lo que existe de Granada a Almería, que es el puerto más próximo, al cual la une un ferrocarril.

Granada y sus pueblos próximos de la vega del Genil, son un acumulador de gran número de primeras materias agrícolas y pecuarias, mineras e industriales y su salida directa para el resto de España, ha de ser necesariamente por mar para repartirse por el litoral mediterráneo.

El puerto de Motril, es pues, el único que sirva para entrada y salida de productos.

La empresa de tranvías eléctricos de Granada, ha ido lentamente aumentando el recorrido de sus líneas, primero hacia Gavia la Grande y Alhendín, más tarde hacia Padul a donde llegan hoy los coches, a 20 kilómetros de Granada, con gran comodidad y economía.

El trazado se hace en gran parte por la carretera, o colindante a la misma, excepto en los trozos de pendiente mayor de la que aconsejan las seguridades de la línea.

Actualmente se están terminando los trabajos de cruce de la Rambla de Padul, instalando el hermoso viaducto que antes existía en el Barranco de Gor, en el Sur de España.

El trozo de la línea, que ha sido ya tendida, no presenta tampoco dificultades de trazado, pero desde Padul a Beznar y principalmente desde esta última ciudad a Mo-

tril, por el Río Vélez, la travesía de las Sierras de las Guájaras y Boca del Dragón, al Sur de Vélez ha de tener dificultades bien grandes, que han de vencerse por recorridos subterráneos y trazado realmente accidentado, aunque ha de ser una de las líneas más atractivas para el turista, porque muy escasos lugares más pintorescos y abruptos que éstos se hallarán en la Península, tan próximos a centros de gran turismo y renombre mundial, como son las ciudades andaluzas, visitadas por miles de extranjeros, en todas épocas y tiempos.

Para la minería, este ferrocarril de Granada-Motril, ha de ser asimismo un asunto de porvenir y de importancia excepcionales. Todos los minerales de las Alpujarras han de venir a pasar por estas férreas vías de arrastre y han de embarcarse por el puerto de Motril, que vendrá sino a resolver de lleno el problema de transportes, a mejorarlo en un grado tal, que permitirá comenzar a explotar algunas zonas mineras de la Alpujarra Occidental.

No tiene todavía tarifa se transportes aprobada, puesto que la instalación no está terminada, ni se emplea con ese fin.

**Ferrocarril minero a Baños de Sierra Alhamilla.**—Esta es una pequeña vía minera abierta al servicio público que parte de Almería y que paralela a la vía del Sur de España, al principio de su recorrido, se separa al Norte de Huércal de Almería cruzando el Río y pasando por Pechina a la falda de Sierra Alhamilla, donde tiene su estación terminal en "El Chorrillo".

La longitud es de 16 kilómetros y el ancho de la vía de 0,50 metros. Las estaciones que posee son:

Almería . . . .	0	kilómetros.
Huércal . . . .	8	—

Pechina . . . .	10	kilómetros
Alfaro . . . .	15	—
El Chorrillo . .	16	—

No tiene importancia como medio de transporte de minerales de hierro hoy, porque las minas de Sierra Alhamilla están paralizadas y sólo circulan al día un tren ascendente y otro descendente, para viajeros de aquellos pueblos y para llevar la correspondencia.

Está la vía bien instalada y puede dar un resultado satisfactorio para transporte de las zonas mineras del Poniente y SO. de la Sierra.

El material móvil, está algo descuidado por la falta de uso, y lo componen locomotoras de cuatro ejes acoplados con tanque lateral, y vagones volquetes de madera, del modelo corriente en Bilbao.

Es propiedad de la Compañía Alquife Mines Railway Cy. Ld.

El precio que rige para el transporte de minerales es de 0,21 a 0,22 pts. por tonelada kilómetro viniendo a costar el mineral desde El Chorrillo a Almería, unas 3,50 pesetas por tonelada.

El embarcadero que utilizaban para estos productos cuando se verificaba la explotación, es el mismo de Alquife; magnífica construcción de entramado de viguetería, con 40 tolvas de 250 toneladas cada una, descrito en la monografía de las minas de Alquife y cuyas fotografías se acompañan en el lugar correspondiente.

**Ferrocarril minero de Garrucha a Bédar.**—Es una línea de vía estrecha, que está cuidadosamente construída. Tiene un metro de anchura y los carriles son Vignole de 22 kilogramos de peso. La longitud total es de 17 kilómetros desde la estación terminal de Tres Amigos, al depósito

de Garrucha. Desde la estación de Tres Amigos, une con las distintas vías por ramales del mismo ancho y condiciones.

Cruza la carretera de los Gallardos a Garrucha a los 5.300 ms. y la de Puerto Lumbreras a Almería a los 9.700 metros de Garrucha.

El material móvil es bastante bueno; formado por vagones de tipo corriente, de caja de madera en forma de bandeja y la locomotora de 50 caballos, de dos ruedas acopladas y tanques laterales.

La pendiente no excede del 2,5 ‰, siendo el desnivel entre las estaciones de partida y llegada de unos 250 ms.

El costo del transporte se calcula en unas 2,45 pts. por tonelada en la línea general, desde Tres Amigos, lo que equivale a un precio de 0,14 a 0,15 pts. tonelada kilómetro.

En las vías secundarias oscila entre 0,50 a 0,60 pts, la tonelada de boca mina a estación de Tres Amigos.

La carga en la estación de Garrucha se hace con vagonetas, que toman el mineral desde el depósito tolva y lo conducen a muelles de madera de los cuales lo toman las barcazas.

La carga en los vagones es barata porque no excede de 0,15 a 0,20 pts. por tonelada, pero el embarque por barcazas no desciende de 1,75 pts. por tonelada.

Por esta línea se han de extraer en el porvenir todos los minerales de Sierra de Bédar y algunos de los que existan en las proximidades, porque es ferrocarril bien emplazado y que puede dar buen servicio a la minería de la región. Es propiedad de la Casa Chávarri de Bilbao.

**Ferrocarril de Lucainena a Agua Amarga.**—Es exclusivamente minero y construido para las explotaciones que

posee en Lucainena de las Torres la Compañía minera de Sierra Alhamilla.

Es un ferrocarril muy bien instalado, de vía estrecha, con un ancho de 0,75 metros y carril de 22 kg. de peso por metro, sobre una explanación muy cuidadosamente preparada.

Tiene 35.529 ms. de longitud partiendo de la estación de Lucainena, que está colocada al Norte del pueblo, en la Rambla de aquel nombre, y sigue por la cuenca de la Rambla Colmenillas hasta la de Polopos, y frente a ésta tiende hacia el Sur dejando al NE. el Río Álias que avanza hasta Carboneras, en tanto que la línea llega a las faldas de la Serrata de Gata y por los Llanos de Agua Amarga va a la cala de dicho nombre donde tiene el embarcadero y tolvas para depósito de mineral.

Posee cinco locomotoras de cuatro ruedas acopladas y de 30 a 40 caballos y 160 vagones de tipo corriente de bandeja, de siete toneladas de carga útil.

Posee dos estaciones intermedias, Camarilla y Agua Amarga.

No realiza otro transporte que el de los minerales del coto de Lucainena y Turrillas, aunque tiene tarifas de transporte aprobadas por estar acogido a la declaración de ferrocarril de utilidad pública.

No obstante, es un medio de transporte que puede permitir la explotación fácil de todos los minerales de la zona E. de Sierra Alhamilla y que tiene capacidad, para no desatender el servicio.

**Ferrocarril estratégico de Torre Mar a Zurgena por Órgiva y Canjajar.**—Este ferrocarril muy bien estudiado porque recorre ambas provincias de Poniente a Levante uniendo las regiones más ricas en minería y en cultivos

agrícolas con los puertos de salida, es el acierto más grande que podría intentarse para desarrollar la industria y agricultura del país.

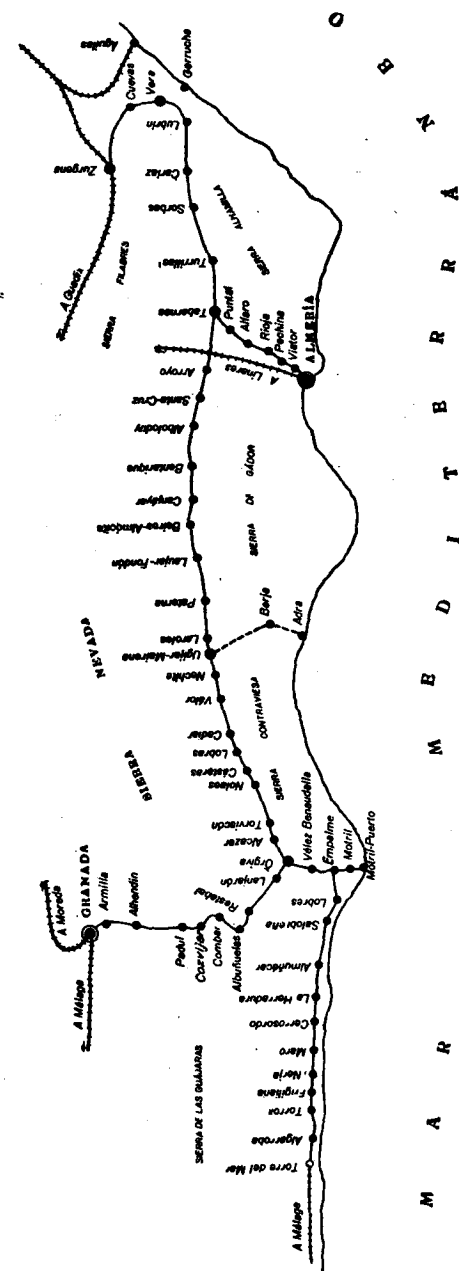
El trazado que es interesantísimo, puede seguirse en el croquis que acompaña.

En su parte O. recorre la costa desde Torre Mar a Motril, uniendo con el puerto de este nombre, todos los pueblos mineros de Sierra Almirajara y de las Guájaras. Tiene longitud este trozo de 71.820 metros.

En Motril-Empalme enlaza esta línea Oeste con la general de las Alpujarras, cuyo recorrido es el siguiente:

Motril-Puerto		0
— Ciudad	2.075	2.075
— Empalme	7.715	9.790
Vélez de Benaudalla	5.127	14.917
Órgiva	7.107	22.024
Órgiva Pueblo	7.667	29.691
Torviscón	9.091	38.782
Notáez	14.094	52.876
Cástaras	4.136	57.012
Lobras	5.119	62.131
Cadiar	6.310	68.441
Jator	9.234	77.675
Nechite	5.756	83.431
Ugijar	4.160	87.591
Laroles	4.554	92.145
Paterna	8.963	101.108
Laujar	9.794	110.902
Beires	10.094	120.996
Canjáyar	6.096	127.092
Bentarique	11.610	138.702
Santa Cruz Marchena	7.486	146.188
Arroyo Verdelecho	8.395	154.583

TRAZADO DEL FERROCARRIL ESTRATÉGICO



Tabernas	14.521	169.104
Turrillas	11.698	180.182
Sorbas	15.134	195.936
Cariatiz	10.447	206.383
Lubrín	14.718	221.101
Vera	9.382	230.483
Cuevas	8.909	239.392
Overa	11.718	251.110
Zurgena	5.580	256.690

Este trozo de línea general, que recorre la parte Sur de Sierra Nevada y la de Sierra Filabres, enlaza la multitud de pueblos de la Alpujarra, ricos y fértiles que hoy están alejados de todo centro y que no pueden por los malos medios de comunicación adquirir el desarrollo que se les debe por su privilegiado clima. No debe olvidarse que es Andalucía, la tierra del sol y de las flores, de clima cálido y de feraz suelo en las proximidades de una cadena montañosa cuyas nieves muy persistentes constituyen un acumulador de agua que en todo tiempo y con abundancia permite regar los campos y recoger abundante cosecha. Tanto podría mejorarse esa agricultura, ejecutando obras de embalses y canalizaciones, como dando salida a los productos y entrada a los abonos y medios de cultivo, que hiciesen aumentar una producción, base de toda la economía de la región.

El ramal de Órgiva empalme a la ciudad de los Cármes, es uno de los más importantes porque dota a Granada de un puerto próximo y por el cual pueden exportarse tantos productos como se recogen en la hermosa vega del Genil. Son 69,40 kms. de longitud hasta Órgiva y 91,42 hasta el puerto de Motril.

En Ugijar, otro proyectado ramal, une por el valle del Río Grande la línea de la Alpujarra con el puerto de Adra.



Más a Levante, en Tabernas, empalma la línea con el ramal a Almería, de 30,98 kms. de longitud, por la hermosa vega del río de Almería.

Es bien sensible que ese gran proyecto no se haya visto puesto en práctica y tenga que esperar aun algunos años, porque como no hay otro que para estas provincias pueda igualarse, se tendrá necesariamente que construir más tarde o más temprano.

**Ferrocarril minero de Laujar a Almería.**—Hay varios proyectos de ferrocarril en los cuales se aprovecha la carretera general de Vilches a Almería en la mayor parte de su recorrido hasta el pueblo de Gádor, salvando únicamente algunas fuertes pendientes, separándose de la misma para aumentar el desarrollo.

De estos proyectos, uno proyectado por D. Agustín Marín y Beltrán de Lis, es de tranvía eléctrico que uniría los pueblos de Gádor, Benahadux y Huércal, comenzando en el de Alhabia, en la desembocadura del río de Andarax en el de Almería. Tiene una longitud de unos 30 kms. y atraviesa la población de Almería hasta llegar al puerto.

Este ferrocarril eléctrico, sería la solución más rápida y mejor de todas las que se han proyectado por esa región minera, pues podría ser prolongado, sin gran trabajo por la ladera del Andarax hasta el pueblo de Canjayar, desde donde podrían por cables aéreos llevarse al ferrocarril los minerales de Sierra Nevada.

Viendo que este proyecto no se llevaba a la práctica, se presentó otra línea en proyecto desde Laujar a Almería, por la carretera de Vilches. Este es un ferrocarril exclusivamente minero, para el rápido transporte de los minerales de hierro de Sierra Nevada.

En los primeros kilómetros, a la salida de Almería, si-

gue casi por completo la carretera, lo mismo que el tranvía eléctrico antes indicado, y ya al llegar a Gádor, comienza a separarse elevándose por la vertiente sur del Andarax, hasta llegar al pueblo de Ragol, donde se une en la carretera hasta Canjayar.

De Canjayar a Laujar, sigue separado de la carretera en los puntos de grandes desniveles, llegando al Este de Laujar donde tiene la estación terminal de carga de las minas de aquel término.

Este ferrocarril, sería de 80 centímetros de ancho, y sus carriles del tipo Phoenix o de tranvía, no pondrían impedimento para la marcha de vehículos por la carretera.

La tracción sería a vapor por pequeñas locomotoras, con tanques laterales y tres ruedas acopladas. Para la carga de vapores se proyecta un cargadero de cinta situado a Poniente del puerto de Almería, en los cortados próximos al Barranco de San Telmo.

Otro proyecto presentado a la aprobación hace unos años, es el del ferrocarril minero de Laujar a Adra por Berja. Es también una línea de valiente construcción que desde el Sur de la villa de Laujar, viene paralela en sus primeros kilómetros a la carretera, hasta llegar a Alcolea, en sus 10 primeros kilómetros y separándose después en dirección al Campillo de Darrical vuelve hacia Poniente, faldeando la Sierra y en grandes pendientes llega a Berja, con un trazado muy difícil dado lo abruptos que son aquellos montes y el gran desnivel que tiene que salvar. Desde Berja a Adra ya no existen grandes dificultades de explanación, sino son los puentes sobre las Ramblas de Julbina, Cástala y Benezí.

La línea proyectada tiene 46,875 kms. y con un costo de 8.080.000 pts. o sea de 172.000 pts. por kilómetro con pendiente máxima de 0,03 y curvas de 150 a 500 m. de radio.

**Ferrocarril de Alhama a Periana y Lachar.**—Se compone de dos proyectos:

1.º Ferrocarril de Alhama al de Torre del Mar a Periana, incluido en el plan de ferrocarriles secundarios de 26 de Marzo de 1908 por R. O. de 24-12-1910.

Tiene una longitud en su proyecto de 21 kilómetros. Su presupuesto es de 257.865 pesetas por kilómetro, por lo que costaría su instalación 5.415.164 pesetas; anchura de vía un metro.

2.º Ferrocarril de Alhama a Lachar, incluido en el plan de ferrocarriles secundarios de 26 de Marzo de 1908 por R. O. de 29-12-1911.

Tiene una longitud de 33 kilómetros y costaría su ejecución, según presupuesto de estudio, a 193.547 pesetas por kilómetro, la suma de 6.387.052 pesetas; anchura de vía un metro.

Es un proyecto de ferrocarril muy interesante para la provincia de Granada porque permitiría por un lado, verificar la explotación de los lignitos de Arenas de Rey y Restabal, y por otro reconocer y explotar con más intensidad las minas de plomo y de calamina de Sierra Tejeda y Sierra Jatar. Aunque los lignitos de Arenas de Rey y Restabal no sean de calidad que puedan competir con las hullas del resto de la Península, en un país tan desprovisto de combustible como el que nos ocupa, esos lignitos tendrían una buena acogida y permitirían desarrollar multitud de pequeñas industrias derivadas de la agricultura que no pueden adquirir combustibles caros, como hoy tienen que pagarse en aquella zona.

El trazado de ese ferrocarril es interesante y atractivo por demás para los turistas por la gran belleza del paisaje en todo el recorrido, por la cuenca terciaria y por las escarpas de Sierra Tejeda y Zafarraya, que pueden consi-

derarse como uno de los puntos de vista más hermosos de España. La construcción es penosa por la dificultad de pasos, puentes y movimientos de tierra en zona tan accidentada.

**Ferrocarril secundario de Vélez Blanco y María a Almedricos.**—Se compone de dos líneas. La primera es la de Vélez Rubio a Almedricos, ferrocarril incluido en el plan de secundarios de 25 de Marzo de 1908. La longitud es de 44.088 metros y en proyecto se estima que la construcción costará, a 241.407 pesetas por kilómetro, la suma de 10.643.161 pesetas; el ancho de vía es de un metro.

La segunda línea es la de María a Vélez Rubio, que no ha sido solicitada, y aunque está incluida en el plan de 1908 no ha sido terminado su estudio. Habría de tener una longitud de 30 kilómetros.

La primera parte de la línea es muy importante porque en la Rambla del Chirivel, es donde se hallan las indicaciones de yacimientos de hierro y plomo, y no tienen otra salida estos minerales, que por esa razón hoy están sin investigar, dada la imposibilidad de transportarlos. La zona de Vélez Rubio y Vélez Blanco, es una de las más ricas de la provincia, siendo realmente sensible, que no se haya procurado establecer esa comunicación que sería tan productiva.

**Ferrocarril secundario de Martos a Granada.**—Fue incluido en el plan de 1908 por R. O. de 26 de Junio de 1910. No está solicitado y no ha sido por tanto estudiado, tendrá una longitud de 77 kilómetros, con ancho de vía de un metro.

Interesa principalmente a la provincia de Granada, por su rápida comunicación con Jaén, para viajeros y mercan-

cías. En la actualidad, hay que dar tan gran rodeo para llegar en ferrocarril de una a otra población, que se hace el servicio por automóviles, los que en tres horas como máximo realizan su empresa.

**Ferrocarril de Baza a Calasparra.**—Se compone de dos líneas, ambas sin solicitar.

La primera de Baza a la Puebla de D. Fadrique y cuyo recorrido es de 70 kilómetros que fué incluida en el plan de secundarios de 1908.

La segunda de Caravaca a la Puebla de D. Fadrique, fué incluida en dicho plan por R. O. de 24 de Junio de 1911. Tiene un recorrido de unos 60 kilómetros, con ancho de vía de un metro.

Esta línea es la salida necesaria que tienen que tener las explotaciones forestales de Sierra Segura y de la Zarza, que son importantísimas.

**Ferrocarril secundario de Almería a Berja por Dalías.**—Fué incluido en el plan de secundarios de 1908 y no solicitado hasta la fecha; tiene de longitud 45 kms. aproximadamente.

Este ferrocarril es de interés completamente local, porque afecta poco a la industria minera y tampoco afecta mucho a las agrícolas y forestal, siempre que existiese una comunicación fácil con el puerto de Adra, que es la salida directa de esta zona. Por esa razón es casi seguro que no se construya en mucho tiempo, a no ser que con fines estratégicos pueda ser necesario, que lo dudamos, pues de serlo no terminaría en Berja, sino formaría parte del primer proyecto de Vélez Málaga a Almería por la costa.

De renacer la minería de Sierra Gádor, que es muy probable se vea de nuevo en auge brevemente, dados los al-

tos precios del plomo, esos minerales saldrían por Adra, como antiguamente (que sólo dista 14 kilómetros de Berja) y no necesitarían un recorrido de 45 kilómetros hasta Almería para embarcar. Con mayor razón los minerales de hierro que puedan explotarse, que con un arrastre por ferrocarril de 14 kilómetros serían beneficiables y con el de 45 kilómetros quizá no lo fuesen.

Este ramal Berja-Adra, muy económico y fácil instalación, es el que daría un resultado inmejorable para estimular y desarrollar todas las industrias, en esa rica zona de la Alpujarra.

## CARRETERAS DE PRIMER ORDEN

**I De Bailén a Málaga por Jaén.**—Esta carretera penetra en la zona que estudiamos, por el límite de la provincia de Jaén, por los términos de Noales y Campillo de Arenas y recorre dentro de la provincia de Jaén 129.810 metros pasando por la Capital.

Es la que sirve de unión con Jaén, que distando solamente 75 kilómetros, de no hacer el recorrido por carretera, se tardan 10 horas y media si por ferrocárril se efectúa el viaje.

Sale de Granada faldeando la sierra de Alfácar, y pasando por Maracena, Albolote y NE. de Sierra Elvira, toma el curso del Cubillas y marcha paralelamente al mismo hasta los Prados al Sur de Daifontes, desde donde comienza a ascender por sierra de Iznalloz y descendiendo a la cuenca del río de Benalúa de las Villas, entra en Sierra de Lucena y en la provincia de Jaén por venta de la Nava y Campotéjar.

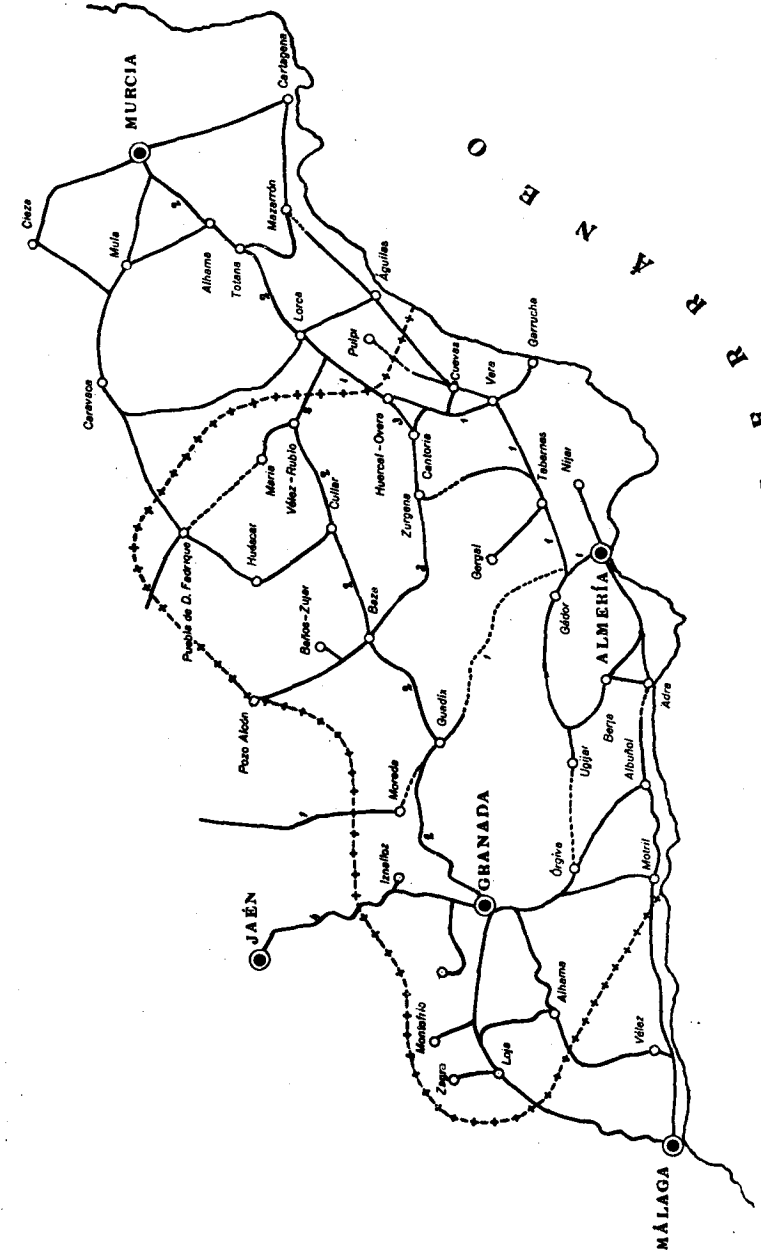
No atraviesa ríos caudalosos en su recorrido al Norte de Granada, pues tan sólo el Cubillas y el barranco de los Balagares, tienen alguna importancia.

De Granada a Málaga, esta carretera sigue por la vega hasta Santa Fe, cruzando el río Genil a los 7 kms. de Granada, y pasando por Santa Fe a los 11. Une los pueblos de Cháuchina. Lachar, siguiendo paralela al curso del Genil, y pasando al Sur de Huétor Tajar, llega a Loja en sus 52 kilómetros de recorrido. De aquí, bordeando Sierra de las Cabras, entre las de Saucedo y Sierra Gorda, mide en Venta del Rayo 59 kms. en Venta de los Alazores 63, y entra en Málaga por Alfarnate con 74 kms. de recorrido desde Granada.

Atraviesa además del río Genil, el Salado, a los 13 kms.,

MAPA DE LAS CARRETERAS DE GRANADA Y ALMERÍA

ESCALA 1:710.000



el Cacín a los 36 y el Manzanil a los 49 kms. de Granada.

**II De estación de Vilches a Almería.**—Es una de las carreteras más importantes de la provincia, y que no obstante aun no está terminada, haciendo imposible la comunicación con Guadix, desde Almería, aunque existan en algunos de esos trozos no construídos caminos habilitados. Desde el límite de la provincia de Jaén, está terminada en 27.798 metros hasta llegar a los Llanos de Darro, pasando por Cardela y Moreda. Desde este punto a Purullena, hay 15.707 metros, de los que 7.458 están en construcción y el resto sin comenzar las obras.

De Purullena a Guadix, unos 5.500 ms. están aun en estudio.

De Guadix a Almería sólo hay construído un primer trozo hasta Esfiliana y en construcción el resto de los 1.º y 2.º trozos que miden 13.973 metros, el trozo 3.º de unos 10.566 ms. construídos y el 4.º de 7.328 en construcción, que llega al límite de Granada y Almería; desde esta línea al Puente de Abla hay 15.371 metros de carretera terminada, no encontrándose en todo el resto del recorrido del proyecto por la vertiente NE. de Sierra Nevada, camino carretero en buenas condiciones (aunque indican que existe habilitado) hasta el Puente de los Imposibles en 37.280 metros de longitud entre los pueblos tan importantes como Ocaña, D.<sup>a</sup> María, Nacimiento, Alboloduy, etc.

Ya desde el Puente de los Imposibles hasta Almería existen 24.494 metros de carretera terminada, uniendo los pueblos de Santa Fe, Gádor, Rioja, Benahadux y Huércal.

Mientras esta carretera (cuyos trozos construídos, salpicados y sin orden no sirven para nada útil) no se termine la comunicación por la vertiente NE. y E. de la Sierra Nevada no existirá, y tampoco la de Almería con la mayor parte de los pueblos de los Llanos de Guadix y de Baza.

## DE SEGUNDO ORDEN

**III Carretera de Murcia a Granada.**—Entra en la provincia de Almería procedente de Puerto Lumbreras por la vaguada del río Nogantes, atravesando la sierra del Viento, y pasando por Vélez Rubio, Chirivel y Cúllar de Baza. Desde el límite de Almería a Cúllar, existen 57.723 metros casi totalmente construídos pues sólo hay un trozo de 1.200 metros sin terminar.

Desde Cúllar a Guadix, la carretera en sus 155.885 ms. está transitable y une Cúllar a Baza y Guadix por las vertientes NE. de Sierra de Hinojosa y Sierra de Baza.

La unión entre Guadix y Granada, tampoco está totalmente establecida pues aunque existen unos 55 kms. de camino habilitado, la carretera no está construída, estando aun en estudio unos 39 kms. y solamente 8.759 en construcción.

**IV Carretera de Alcaudete a Granada.**—Procede de Jaén, pasa por Alcalá la Real y atravesando el río Velilla a 9 kms. de este pueblo entra en Granada por el Cortijo de las Monjas. A los 5 kms. del límite provincial pasa por el Cortijo de la Matanza y desciende por la vertiente Este de Sierra Parapanda, hasta la aldea de Puerto López a 29 kms. de Granada y por Pinos-Puente a los 16 del mismo punto y bordeando la Sierra Elvira por el Sur, une el Balneario de Sierra Elvira con Granada, corriendo cerca de Atarfe. Desde Alcalá la Real a Granada hay 51 kms. y la carretera está bien conservada en los 31.295 metros que están dentro de la provincia; a los 18 kms. de Granada empalma con el camino de Pinos-Puente a Encinas Reales por Montefrío.

**V Carretera de Málaga a Granada.**—Está trazada por la costa siendo una de las que presenta mayor atractivo

por los hermosos panoramas que se divisan en su recorrido. Desde su salida de Nerja hasta Almuñécar bordea la costa penetrando tierra adentro, ya en llanos de Salobreña y Motril. Está construída en sus 34.250 ms. del límite de Málaga a Salobreña y en construcción en los 7.630 que separan este pueblo de Motril.

Por la Garnatilla pasa desde Motril a Castell de Ferro con 19.790 m. de longitud y llega habilitada hasta unos 4 kms. al Este de este último pueblo en Melicena, donde aun está en construcción en el trozo de 13 kms. que separa este punto del Barranco de los Buhos, que es el límite con Almería.

Entrando en esta provincia, llega en buen estado a Adra recorriendo 11.419 ms. y desde aquí a Almería atraviesa todos los llanos de la Mojonera y Roquetas, entrando en Almería desde Agua Dulce por la misma costa, tallada en las calizas del Muschelkalk, que forman los acantilados de Punta del Torrejón y San Telmo, con recorrido total de 51.782 ms. desde Adra.

**VI De Granada a Motril.**—Sale por la Cruz Blanca y atraviesa el Genil y el Monachil, pasando por Armilla; cruza el Dilar a los 7 kms. de Granada y atravesando Alhendín a los 9 kms. llega a Padul estando construída en unos 18.550 ms. La travesía de Padul no está aun construída. Corta al río Dúrcal a los 26 kms. de Granada y pasando por el pueblo del mismo nombre, por Talará, Beznar y Tablate, a los 35, 38 y 45 kms. respectivamente, pasa a un kilómetro al Norte de Izbor, dejando a la salida de Béznar la carretera de Órgiva a Levante. Atraviesa por un túnel las abruptas márgenes del río Izbor y encajonada por la garganta del Guadalfeo, viene a cruzarlo a los 54 kms. del origen y entra en Vélez Benaudalla a los 57 kms. Hermosísimo es el panorama en todo el recorrido por la boca del

Dragón y gargantas del río de Motril, cuya vega comienza a aparecer al Sur conforme se ensancha el cauce y llega cerca del mar formando un oasis con espléndida vegetación por Punta del Río y la Herradura. Desde Padul a Motril en sus 49.830 ms. está la carretera bien construída y continúa hasta el Puerto en unos 3 kilómetros.

**VII Carretera de Loja a Priego.**—Sale de Loja ascendiendo por las ásperas laderas de Sierra del Hacho entre cuyas calizas duras y blancas está encajada; suavízase algo su trazado antes de llegar a La Zagra, y entrando en Sierra de Ojete vuelve de nuevo a mostrarse áspero y abrupto el terreno hasta Quiebracántaros, a los 18.700 ms. de Loja. A partir de este punto la carretera no está aun terminada en los 18.569 ms. que existen de recorrido hasta llegar al límite de Córdoba por el pueblo de Algarinejo y Sierra de Priego. Cruza los ríos Genil, Zagra, Bilano y Turca.

**VIII De Loja a Torre Mar.**—Está totalmente construída en sus 45.728 ms. de recorrido dentro de la provincia, y es también otro ejemplo de trazado sobre país montañoso. Parte de la de Granada a Málaga, y en su recorrido por la cuenca de Alhama por Salar el terreno es relativamente llano y de fácil explanación.

A la salida de Alhama una vez cruzado el Manzanil, comienza a ascender por las calizas vertientes de Sierra Zafarraya a los 15 kms. de Alhama. Sube hasta el puerto de Marchamonas y nos encontramos en plena vertiente Sur de la Sierra, en la vaguada de río Guaro y dentro de la provincia de Málaga, viendo el mar que brilla, tranquilo y sereno por la escotadura que en la costa produce el cauce del río Vélez.

### CARRETERAS DE TERCER ORDEN

**IX Baza a Huércal Overa.**—Está construída y en buen estado de conservación, excepto los puentes del río Almanzora que fueron arrastrados por las aguas y no han sido reconstruídos. Tiene una longitud de 88.500 ms. de los cuales 17.585 están en la provincia de Granada y 71.240 en Almería. Une los pueblos de Baza, Caniles, Hijate, Serón, Tijola, Purchena, Olula del Río, Fines, Cantoria, Almanzora, Arboleas, Almajalejo y Huércal Overa. Está explanada por el cauce del río Almanzora, hasta Cantoria. Enlaza con esta carretera la de

**X Albox.**—Que desde la anterior conduce con 6.148 m. al pueblo.

**XI Venta de la Media Legua a Rambla de los Nudos.**—Que desde la Venta de la Media Legua, entre Cantoria y Almanzora, ha de unir (pues aun está en construcción este primer trozo) con Albánchez, con 15.255 ms. De Albánchez al Peñón de la Fuensanta no se ha terminado de estudiar. No obstante, está construído el trozo desde el Peñón a la Rambla de los Nudos, pasando por Uleila, y uniendo con la de Puerto Lumbreras a Almería, con un recorrido de 35.419 ms. a Cóbdar.

**XII Carretera de Gérgal a Alhabia.**—Es un ramal que paralelo al río de Gérgal, ha sido comenzado en el trozo a las Alcubillas Altas, con 5.960 ms. de longitud. Restan 16 kms. en estudio hasta Alhabia.

**XIII Roquetas a Alicún.**—Este camino pasando por Sierra de Gádor, está construído en su primera sección hasta unir con la carretera de Málaga a Almería que dista 6.274 ms. y en la segunda de 16.876 que desde este punto hay hasta el Collado de la Maimona, por Enix. Falta por

construir la última, que hasta Alicún conduce desde el citado Collado, que tiene de longitud 12.643 metros.

**XIV Vélez Rubio a Huércal Overa.**—También está construída en sus tres trozos que son: Vélez al Collado del Serillo con 12.332 ms., del Collado del Serillo al Puertecico con 7.709 ms. y de éste a Huércal con longitud de 15.509, que pasa por la Fornosa y Santa María de Nieva, distantes 15 y 7 kms. respectivamente de Huércal.

**XV Vélez Rubio a María.**—Enlaza ambos pueblos que distan 13.794 ms. pasando por Vélez Blanco que está a los 5 kilómetros del primero; esta carretera se continúa hoy por un camino de carros en mal estado, hasta Topares, unos 14 kilómetros.

**XVI Vera a Garrucha.**—Está terminada toda la línea en su recorrido de 8.200 ms. Cruza el río de Antas a los 4.600 ms. de Vera, y está en buen estado, siendo importante para el tráfico de salida de toda la exportación de frutas, de las vegas de Vera, Cuevas y Cintas.

**XVII Vera a Águilas.**—Tiene una longitud de 32.859 metros en la provincia y pasando por Cuevas de Vera cruzando a la salida de este pueblo el río Almanzora, y por la Venta del Largo a 13 kilómetros rodea por el Norte la Sierra Almagrera, pasando por la Cortijada de Cartagena y Los Terreros.

**XVIII Ballabona al Barranco del Jaroso.**—No está construído más que el trozo, que en longitud de 5.481 ms. une la Venta Ballabona con la carretera de Águilas a Vera en Cuevas. Falta por construir el trozo hasta el Barranco del Jaroso, desde Cuevas, que tiene 11.739 metros.

**XIX Pulpí a la de Águilas a Vera.**—Bajando por la Rambla de la Mulería, está hoy construída la carretera de Pulpí para unir con la de Águilas a Vera, a los 15 kms. de Vera. No tiene mucho tránsito, porque todos los productos

de la zona de Pulpí salen económicamente por el ferrocarril de Lorca-Águilas.

**XX Garrucha a la carretera de Puerto Lumbreras.** Ya ha quedado terminada esta carretera, que con 13.597 ms. de longitud une la población de Garrucha, con la carretera de Almería, por los Gallardos, que evita un recorrido de más de 10 kilómetros por la antigua carretera de Garrucha a Vera, cuando se va hacia Sorbas o Almería.

**XXI Carretera de los Callejones de Taberna a la Venta del Almirez.**—Es la que une a la carretera citada el pueblo de Gérgal con 25.601 ms. de longitud, generalmente en muy mal estado de conservación. Es de mucho tránsito por su facilidad de unir con Almería.

**XXII De Almería a la Cuesta de los Castaños.**—Es una carretera interesantísima, porque conduce a Níjar, y es el único camino para el transporte de este importante término, pasa por la Cañada de San Urbano, El Alquíán y Cuesta Colorada, y tiene una longitud construída de 30.332 ms. hasta Níjar, faltando unos 46 kms. hasta Mojácar.

**XXIII De Berja a Venta del Olivo.**—Está toda construída en 17.912 metros, excepto los cuatro puentes sobre el río que están en estudio. Pasa por Dalías y por El Egidio, y viene a unir en Venta del Olivo con la de Málaga a Almería.

**XXIV Gádor a Laujar.**—Está construída solamente esta carretera hasta Instinción, 14.093 ms., estando en construcción los trozos de Rágol y de la Pasada de los Calvos a Canjáyar, en 10.220 ms. El trozo de 3.431 ms. de Fondón a Laujar, está también terminado, pero no hay aun trabajos comenzados en los trozos de Canjáyar a Laujar. Es importantísima, porque es el único medio de unión de los pueblos del río Andarax.

**XXV Laujar a Órgiva.**—Está terminado el trozo pri-



mero de Laujar a Ugíjar, de 9.965 ms. de recorrido hasta las Balsicas. El segundo trozo que está emplazado entre Ugíjar y las Albercas de Narila con 20.798 ms. está asimismo en servicio y sólo resta por construir la sección comprendida entre la Venta del Aire y las Albercas, y una parte del trozo de Órgiva a Soportújar. La distancia total entre Órgiva y Ugíjar es de 59.674 ms. y ha de unir la mayor parte de los pueblos de la vertiente Sur de Sierra Nevada, en la Alpujarra.

**XXVI Carretera de Ugíjar a Adra por Berja.**—Es una carretera totalmente construída en la actualidad, que presta servicios de gran interés, porque es la salida a puerto de la zona Levante de la Alpujarra. Tiene en la provincia de Granada 7.764 ms. entre Ugíjar y el Río Grande y 35.220 hasta Adra desde este límite. Une los pueblos de Darrical, Beninar, Hirmes y Berja situados a distancia de 6, 10, 16 y 19 kms. de Ugíjar, y la Cortijada de la Alquería a 6 kms. de Adra, estando los dos primeros y la última fuera del recorrido de la carretera, pero unidos a ella por ramales de camino carretero, uno de estos es la carretera de

**XXVII Berja a Turón por Beninar.**—Está en 20.838 metros construída y abierta al público, restando sólo 1.960 ms. a recibir y poner en servicio.

**XXVIII Tablete a Albuñol.**—Es un ramal de camino interesantísimo que une la carretera de Granada a Motril, con la de Málaga a Almería, salvando la Contravjesa en su unión con la Sierra de Lújar y cuyo mayor recorrido desde Tablete a Cortijos Bajos en 64.327 ms. está terminado, faltando unos 4.748 que existen sin afirmar desde Cortijos Bajos a la Rábita. Esta carretera pasa por los pueblos de Fregenite, Rubite y Sorvilán, además de Albuñol.

**XXIX Albuñol a Ugíjar.**—Está también comenzada en su primera sección desde el primer pueblo a la Venta del Tarugo con longitud de 17.305 ms. rodeando al Cerrón de Murtas. Falta por terminar el trozo de 10.425 ms. que existe entre esta Venta y Cadiar.

**XXX De Turón a Laujar hasta la de Albuñol-Tablete.**—Pasando por Torbiscón hay proyectada una carretera que desde la Cuesta de Tablones, donde empalma con la de Turón, a la de Laujar a Órgiva, llega a Cadiar. Está hecho el primer trozo de 7.325 ms. hasta la Cañada de Pizarro, estando el resto de 21.589 ms. en construcción en su segundo trozo de Pizarro a Torbiscón.

**XXXI Del puente de Guadalfeo a Vélez Benaudalla.** El ramal que une al pueblo de Vélez, con la carretera de Albuñol, está cortado a pico en las ásperas y rocosas vertientes de la Sierra de Lujar y ha de tener mucha importancia para la minería, desde esa sierra que no tiene otro remedio para salir con sus productos a buscar ese fácil camino de exportación. Tiene 12.510 ms. y va siguiendo el curso del Guadalfeo, desde el puente de Órgiva a Vélez.

**XXXII Talará a Almuñécar.**—Esta carretera sale de la de Granada a Motril y está construída solamente en el trozo comprendido entre Talará y Pinos Valle midiendo 9.728 ms. En construcción se halla el segundo trozo de 7.530 ms. comprendido entre Pinos Valle y la Venta de la Cebada en la cumbre de la Sierra de las Guájaras a 9.041 metros de Guajar Alto y 45 kms. de Almuñécar.

**XXXIII Armilla a Alhama.**—Atraviesa toda la cuenca terciaria de Granada, uniendo en Armilla con la cuenca de Granada a Motril y pasando por Gabia la Grande a 4 kilómetros de Armilla, por La Malá a 12 kms., Ventas de Huelma a 21, Caeín a 31, pasando a un kilómetro aproximadamente de los Baños y entrando en Alhama con un reco-

rrido total de 52.545 ms. Cruza los ríos Dilar, Arroyo Salado y Río Cacín.

**XXXIV Nigüelas a la carretera de Granada-Motril.**—Trozo de carretera de tercer orden, que une el pueblo de Nigüelas en la falda O. de Sierra Nevada, con la carretera de Granada a Motril. Tiene 1.432 ms. de longitud.

**XXXV Illora a la estación del f. c.**—Carretera de 5.060 ms. que une el pueblo con la estación del ferrocarril de Granada del mismo nombre.

**XXXVI Montefrío a la estación del f. c.**—Desde el pueblo de Montefrío y atravesando la Sierra de Parapanda y de los Hachuelos, está trazada esta carretera de 16.194 ms. de longitud, uniendo el pueblo de Tocón y la estación del ferrocarril de este nombre situada en la línea de Granada a Bobadilla.

**XXXVII Illora estación a la carretera de Alcaudete a Granada.**—Pasando por el pueblo de Escoznar, un trozo de carretera de 8.158 ms. une la de Alcaudete a Granada, frente a Tiena la Baja, con la estación de Illora.

**XXXVIII Benalúa de las Villas al puente sobre el Cubillas.**—Desde el pueblo de Benalúa y con 12.139 ms. sale una carretera hasta la de Granada a Jaén a empalmar en el puente que sobre el Cubillas tiene dicha carretera a los 15 kilómetros de Granada. Enlaza los pueblos de Benalúa y Colomera.

**XXXIX Rute a Loja.**—Por la margen Sur del Genil, marcha esta carretera hasta frente a Iznajar a unos 17 kilómetros de Loja en cuyo punto cruza el Genil y pasa a Rute. Dentro de la provincia de Granada tiene 15.700 metros construídos y en buen estado.

**XL Venta de Alazores al Boquete de Zafarraya.**—Uniendo la carretera de Málaga a Bailén en el trozo de Venta Alazores, que está situado al O. de Sierra de las Cabras

y ascendiendo por ésta, salvando el puerto de Sierra de Enmedio, pasa por Zafarraya y va a unirse en Ventas de Zafarraya con la de Loja por Alhama a Torre-Mar. Tiene 16.100 ms. de longitud.

**XLI De Iznalloz a la carretera de Bailén a Málaga.**—Esta carretera parte de la Venta de la Nava, sobre la de Bailén a Málaga y con 5.214 ms. llega al pueblo de Iznalloz, estando totalmente construída.

**XLII Baza Baños de Zújar.**—Parte de la carretera de Murcia a Granada y pasando por la falda SO. del Jabalcón llega a Baños de Zújar con longitud de 17.716 ms. y en buen estado de conservación.

**XLIII Cúllar de Baza a Huéscar.**—Con longitud total de 27.612 ms. pasa por Margen de Arriba a 7.300 ms. de Cúllar y por el pueblo de Galera (a 19 kilómetros). Atraviesa los ríos de Orce a un kilómetro y medio de Galera hacia Norte y el Guardal o Bárbata 5 kms. antes de Huéscar.

**XLIV Huéscar a La Puebla de D. Fadrique.**—Por la falda Sur de la Sierra del Muerto cruza el Río Guardal a la salida de Huéscar a un kilómetro aproximadamente de longitud, y por Santo Cristo de Toscana pasa a la Puebla con 24.497 ms. de camino construído.

**XLV Murcia a la Puebla.**—Es la carretera que por Caravaca y Cehegín, viene desde Murcia, pasa la cumbre de Sierra de Zarza por el Entredicho y entra en la provincia de Granada por los Almasiles. Tiene 13.260 ms. en la provincia construídos.

**XLVI Orcera a la Puebla.**—Está construída solamente en el trozo comprendido entre el empalme con la de Murcia a Puebla de D. Fadrique y Casas de Vidriera en 24.757 ms. quedando 11.957 en construcción hasta Santiago de la Espada.

**XLVII Huéscar a Santiago de la Espada.**—Está construída en el trozo que pasando por el Cortijo de Fuente Piedra (12 kms. de Huéscar) llega al Cortijo de la Loza con longitud de 21.850 m. por las cumbres de Sierra del Muerto y La Sagra. Falta por terminar el trozo del Cortijo de La Loza a Casa Vidriera (unos 13 kms.) donde unirá con la de Oreera a la Puebla.

**XLVIII Baños de Zújar a Pozo Alcón.**—Continuando la de Baza a los Baños, hay una carretera de 21.291 ms. que une este establecimiento con Pozo Alcón. Falta por construir el puente sobre el río Guadalentín, cuyo trozo ha de medir 409 m. y está interrumpida en el trozo, pues el del Balneario al Río está también construído y es de 862 metros de longitud.

**XLIX Torreperogil a Huéscar.**—Está aun sin construir, se empezó la explanación de la sección comprendida entre Castril y la Acequia de Huéscar en 6.820 ms. de longitud que debe ya estar entregada al Estado. El sector de la Acequia a Huéscar (de 18.253 ms.) así como el trozo de Castril al límite de Granada (11.000 ms.) no está aun construído.

**L De Granada a la de Laujar a Órgiva.**—Es una carretera cuyo trazado es tan atrevido y peligroso que no hemos podido por menos de publicar un topográfico de esa parte de Sierra Nevada (plano n.º 44<sup>a</sup>) (1) como ejemplo de carretera en país montañoso, que aunque no ha de tener un gran interés en lo que a transporte de minerales se refiere, lo ha de tener, y bien grande, en el de facilidad de ascensión al Veleta y por tanto en la amplitud que puede darse a los estudios geológicos y mineralógicos de

(1) Tomo II.

la cumbre de Sierra Nevada, que hasta ahora no han podido realizarse con la amplitud requerida por la dificultad de comunicación con Granada y pueblos de la Alpujarra.

Está en construcción el trozo, Granada Pinos-Genil de 7.184 ms. faltan los de Genil a la divisoria con 29.491 ms., el de ésta a Capileira con 5.301 y el de Capileira al empalme con la de Órgiva con 22.343 ms. Cuando el trozo de Pinos-Genil al Veleta esté terminado, en dos horas podrá ascenderse de Granada al Collado de Capileira a los 3.000 metros. Las cumbres de Sierra Nevada, los barrancos de Canchiles, de las Yeguas, del Veleta, del Genil, ya no serán una incógnita a despejar, en la que hemos de hallar un gran número de especies mineralógicas y la explicación de la tectónica de la cordillera.

**LI De la de Loja a Torre Mar, a la de Armilla Alhama.**—Tampoco está más que comenzada y en construcción. Tiene 5.282 ms. y parte del kilómetro 25 de la de Loja a Torre Mar.

**LII Carretera de Ugíjar a la estación de la Calahorra.**—Es una carretera que ha de atravesar la Sierra Nevada salvando la divisoria por la parte Este del Morrón de Aldeire y puerto de Berchal. Empalma en Mecina Alfahar con la de Ugíjar a Órgiva y por Jubar pasa a Aldeire, con 40.907 ms. de recorrido, que aun no está construído. El trozo de Aldeire a la estación de La Calahorra con 9.015 ms. de longitud está terminado.

**LIII De María a la Puebla de Don Fadrique.**—Están en construcción los trozos de la Puebla a la Cañada de Joalí con 5.206 ms. y el de la Cañada al límite de Almería y Granada que mide 17.055 ms. y sin comenzar todo el trozo desde María a la línea de inteste con Granada que mide 20.137 ms.

Aparte de las carreteras reseñadas sólo hay en proyec-

to, cuya construcción no ha sido comenzada, las siguientes:

De la de Almería a la Cuesta de los Castaños, a la de Carneras. . . . .	19.000
De Alcolea, a la carretera de Guadix a Almería (por Paterna, Bayarcal, Puerto de la Ragua y ramal Bayarcal a Turón) . . . . .	100
De Nijar a Ventallana . . . . .	24.564
De estación Doña María, a la de Gádor a Laujar. . . . .	30.000
De Siervo a la carretera de Baza a Huércal. . . . .	7.000
De Garrucha a la carretera de Almería a los Castaños . . . . .	20.000
De Félix a las Hortichuelas . . . . .	12.000
De Sorbas a los Arejos . . . . .	5.799
De Sorbas a Uleila del Campo . . . . .	13.290
De Pulpí a la carretera de Lorca-Águilas . . . . .	22.042
Desde la de Bailén a Málaga, a la de Granada-Motril . . . . .	2.921
De Moraleda de Zafarraya a Cómputa por Alhama . . . . .	31.000
De la provincial de Alcalá la Real a Freiles hasta Moraleda . . . . .	54.112
De Hazalarga a Castell de Ferro. . . . .	28.693
Desde la carretera de Bailén a Málaga a la estación de Salinas . . . . .	15.000
Desde Montefrío, a la de Alcalá la Real . . . . .	20.000
Desde la de Granada-Motril a la de Málaga-Almería en Almuñécar. . . . .	54.712

#### CAMINOS VECINALES

En el siguiente cuadro, tomado en general, como todos estos datos numéricos, de la Estadística de Obras Públicas, damos una reseña del número y longitud de los caminos vecinales que se han construido y construyen, y del total de los incluidos hasta ahora en el plan de caminos vecinales.

ALMERÍA	Construidos	En construcción
1 Morillos de Abrucena a la estación de Abla . . . . .	4.720	4.720
2 Félix al km. 12 de la carretera de Málaga a Almería . . . . .	4.609	4.609
3 Enix a Yeseras . . . . .	2.645	2.645
4 Carboneras a Garrucha por Mojácar . . . . .	2.996	6.443
5 Fiñana a la estación del ferrocarril . . . . .	1.728	1.728
6 Mojácar a Carboneras . . . . .	1.530	1.530
7 Mojácar a Garrucha . . . . .	6.076	6.076
8 Gérgal al Almendral . . . . .	4.000	4.000
9 Lubrín a carretera Puerto Lumbreras a Almería . . . . .		21.872
10 Albox a Taberno . . . . .	12.084	12.084
11 Estación Gérgal a carretera Callejones. . . . .	0.400	0.994
12 Abla a estación ferrocarril . . . . .	2.236	3.289
13 Illar al Puente de los Imposibles . . . . .	1.500	7.974
14 Velefique a Tabernas . . . . .	5.613	17.846
15 Senés a Tabernas . . . . .	7.500	19.445
15 Suffí al km. 46 de Baza a Huércal . . . . .	2.295	2.295
17 Zurgena a estación ferrocarril . . . . .	1.083	1.083
18 Lúcar a estación Tíjola. . . . .	6.382	6.382
19 Urracal a la estación Purchena . . . . .	4.930	4.930
20 Alcóntar a carretera Baza . . . . .		10.677
GRANADA		
1 De la carretera de Bailén a Málaga, a Vilches a Almería por Peligros . . . . .	3.960	3.960
2 Cúllar a Baza, a Benamaurel . . . . .	11.965	11.965
3 Cúllar a Baza, a Orce . . . . .	14.710	14.710
4 Freila a km. 7 de Baza a Baños . . . . .	3.546	11.888
5 Daifontes a su estación ferrocarril . . . . .	1.050	1.050
6 Diezma-Darro . . . . .	5.163	5.163
7 Graena por Baños a Purullena . . . . .	3.466	3.466
8 Guadahortuna a su estación . . . . .		10.087
9 Los Olivares a Pinos-Puente por Bucor . . . . .	4.710	9.396
10 Mochín a Puerto López. . . . .	4.776	4.776
11 Montejicar a Bular Alto, a la carretera Vilches-Almería . . . . .	5.244	19.523
12 Montejicar a Guadahortuna. . . . .	7.000	9.384
13 Montellana a la de Bailén-Málaga . . . . .	5.030	6.159
14 Motril a la Garnatilla . . . . .	3.636	8.336
15 Moraleón a estación Tocón . . . . .	10.176	10.176
16 Murchás a la carretera Málaga-Motril . . . . .	1.115	1.115
17 Pedro Martínez a su estación . . . . .		9.164
18 Polopos al Haza del Lino . . . . .	4.684	4.684
19 Puente del Cerrillo a Boas . . . . .	2.800	2.800
20 Jorvilán a la de Tablate Albuñol . . . . .	1.084	1.084
21 Torre Cardela a su estación. . . . .	3.222	3.222
22 Torrecilla a Maracena . . . . .	2.297	2.297
23 Vélez Benaudalla a Guajar . . . . .	3.725	3.725
24 Venta Nueva a estación Huétor Tajar . . . . .	1.909	3.163
25 Dehesas Guadix a estación Cabra del Santo Cristo. . . . .		19.181

## RESUMEN

Total de carreteras incluidas en el plan general:

En Almería 1.222.214 ms.

En Granada 1.754.201 —

Total de carreteras. Construídas. En construcción.

En Almería 667.249 70.875

En Granada 1.029.682 173.971

Existen por tanto sólo un 60 a 61 % de carreteras construídas de las incluidas en el plan general.

Total de caminos vecinales:

	Construídos.	En construcción.	Aprobados.
En Almería	73.848	44.494	36.138
En Granada	74.633	83.336	27.394

Carreteras provinciales:

En Granada hay 62 kilómetros construídos y 12 kilómetros en construcción.

Los costes medios por kilómetro de construcción, han sido hasta ahora:

Granada 35.992 pts.

Almería 15.662 pts. Sin incluir la expropiación.

El coste medio de conservación viene a ser:

En Almería 356,10 pts.

En Granada 350,03 —

FIN DE LA PRIMERA PARTE

## ÍNDICE

Páginas.

## PRÓLOGO

## I.—OROGRAFÍA E HIDROGRAFÍA.

La geografía física y la tectónica. Los distritos ferríferos y sus comunicaciones.. 1

## II.—ESTRATIGRAFÍA..... 22

Resumen estratigráfico de las provincias de Almería y Granada..... 74

Rocas hipogénicas de Almería y Granada. 118

## III.—TECTÓNICA..... 125

La Cordillera Bética y el Mediterráneo Occidental..... 128

La Tectónica de la Bética..... 137

Historia geológica de la región..... 148

## IV.—DEFINICIÓN DE UNA PROVINCIA METALOGÉNICA

en vista de los antecedentes anteriormente expuestos..... 155

Caracteres de los criaderos que se comprenden en la misma..... 159

Deducciones..... 165

## V.—FUENTES TERMO-MINERALES..... 188

## VI.—METALOGENIA..... 207

Conceptos metalogénicos sobre los criaderos de hierro en general..... 225

Elementos accesorios..... 239

Cantidad de impurezas de algunos minerales..... 246

## VII.—CLASIFICACIÓN DE LOS CRIADEROS..... 249

## VIII.—LOS MINERALES DE ALMERÍA Y GRANADA Y LA SIDERURGIA ESPAÑOLA..... 269

## IX.—LOS MEDIOS DE TRANSPORTE EN ALMERÍA Y GRANADA..... 297

Comunicaciones ferroviarias..... 299

Carreteras de primer orden..... 328

Carreteras de segundo orden..... 330

Carreteras de tercer orden..... 333

Caminos vecinales..... 342

## Planos

1.—Plano geológico de las provincias de Almería y Granada.

2.—Mapa físico de las provincias de Almería y Granada en el que se figuran los criaderos minerales, las aguas termales y las comunicaciones.